ملاحظات هامة لدراسة الفيزياء

اولا : الوحدات الاساسية

Quantity الكمية	c.g.s نظام جاوس	m.k.s النظام المترى	التحويل
Length الطول	Cm	Meter	$1\ cm = 10^{2}$ meter
Mass الكتلة	gm	Kg	$1gm = 10^{-3}$ kg
Time الزمن	Sec	Sec	1 sec = 1 sec
Area المساحة	cm^2	m^2	$1\ cm^2 = 10^{-4}\ m^2$
Volume الحجم	cm^3	m^3	$1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^2$
Density الكثافة	gm/cm^3	Kg/m^3	$1\ gm / cm^3 = 10^3\ kg / m^3$
Force القوة	Dyne	Newton	$1\ dyne = 10^{-5}$ N
Pressure الضغط	$Dyne/cm^2$	N/m^2	$1\ dyne / cm^2 = 10^{-1} N/m^2$
Energy (Work) الطاقة (الشغل)	erg	Joule	$1\ erg = 10^{-7}$ J
Power القدرة	erg / sec	J/sec = Watt	$1\ erg/ sec = 10^{-7}$ Watt
Magnetic Field المجال المغناطيسي	gauss	Tesla	$1\ G = 10^{-4}$ T

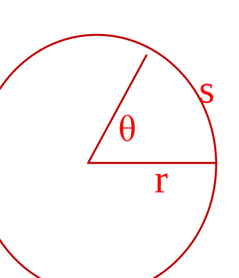
****

ثانيا : المضاعفات والكسور :

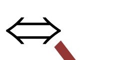
المضاعفات	الكسور
$1\ Kilo(k) = 10^3$	$1\ milli\ (m) = 10^{-3}$
$1\ mega(M) = 10^6$	$1\ micro\ (\mu) = 10^{-6}$
$1\ giga\ (G) = 10^9$	$1\ Nano\ (n) = 10^{-9}$
$1\ Tera = 10^{12}$	$1\ Pico\ (P) = 10^{-12}$

ثالثا : الهندسة وحساب المثلثات

١- القياس الدائرى



يتناسب طول القوس S لقوس دائرى مع نصف القطر r وذلك عند ثبوت الزاوية

θ حيث : $\theta = sr$  $\theta = \frac{s}{r}$

****

٢- المساحات والحجوم

الكرة	مساحة السطح = $4\pi r^2$ الحجم = $\frac{4}{3}\pi r^2$	r	**الدائرة**	المحيط = $2\pi r$ المساحة = πr^2	r
الأسطوانة	مساحة السطح = $\pi r L$ الحجم = $\pi r^2 L$	r L	**المستطيل**	المحيط = $2 L W$ المساحة = $L W$	L W
متوازى المستطيلات	مساحة الاسطح = $2 (Lh+ hw + L w)$ الحجم = $L W h$	h L w	**المربع**	المحيط = $4 L$ المساحة = L^2	L L
المكعب	مساحة وجه المكعب = L^2 مساحة أوجه المكعب = $6L^2$ حجم المكعب = L^3	L L L	**المثلث**	المساحة = $\frac{1}{2}bh$	h b

معادلة الخط المستقيم



المعادلة العامة للخط المستقيم توضع على الصورة التالية :

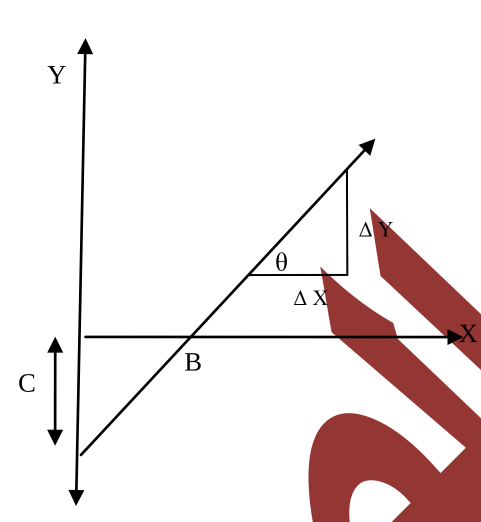
$$y = m x + c$$

حيث y **هو المتغير الممثل على المحور الصادي و** x **هو المتغير الممثل على المحور السيني و** m **هو ميل الخط المستقيم و** c **هو الجزء المقطوع من الجزء الموجب للمحور** y **وتمثل بيانياً بالشكل المقابل ويكون ميل الخط المستقيم هو :**

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

حيث θ **هى الزاوية التى يصنعها الخط المستقيم مع المحور** x .

****



ونفس الشيء إذا كانت المعادلة على الصورة : $y = m x - c$

لكن فى هذه الحالة يكون C **هو الجزء المقطوع من الجزء السالب للمحور** Y **ويكون ميل الخط المستقيم هو :**

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

ملحوظة

نقطة B **يكون عندها قيمة** $Y = 0$ **وبالتعويض فى المعادلة الاساسية** $0 = m x - c$

أى ان $m x = c$ **اذا** $m = \frac{c}{x}$

****

وعندما يكون الجزء المقطوع من محور Y **مساوياً للصفر أى** $C = 0$

تصبح المعادلة على الصورة :

$$Y = m X$$

وهى تمثل علاقة خط مستقيم يمر بنقطة الاصل $(0 , 0)$ **ويكون :**

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

****

التيار الكهربى وقانون أوم

سبق وان دارسنا فى السنوات السابقة **الكهربية التيارية** ، وهى الكهربية التى تتضمن دراسة الظواهر الناشئة عن حركة الشحنات . وسنبدأ فى هذا الفصل بمراجعة بعض المفاهيم التى سبق دارسنها مثل :

❶ شدة التيار الكهربى . ❷ فرق الجهد الكهربى . ❸ المقاومة الكهربية .

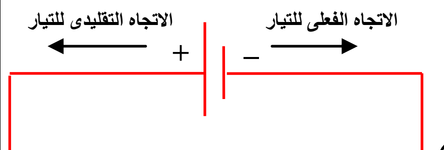
اولا : شدة التيار الكهربى

الموصل الكهربى

" هو مادة تسمح بمرور التيار الكهربى خلالها لأنها تحتوى على الكترونات حرة وكلما زادت الالكترونات الحرة زادت قابلية الموصل لتوصيل الكهرباء (جيد التوصيل) وكلما قلت الالكترونات تحتاج الى قوة لدفعها (ردئ التوصيل)."

الالكترونات الحرة

" هى الكترونات خارج النواة تستطيع التنقل من ذرة الى أخرى داخل الفلز . "



التيار الكهربى

"هو فيض من الشحنات الكهربية تسري فى الموصل من أحد طرفيه الى الطرف الاخر "

◈ ☜ **الاتجاه التقليدي (الإصطلاحي) للتيار:**
حركة الشحنات الموجبة من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر.

◈ ☜ **الاتجاه الفعلي (الإلكتروني) للتيار:**
هو اتجاه حركة الالكترونات (الشحنات السالبة) من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج المصدر.

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**لا يشحن موصل عند مرور تيار كهربي فيه . أو (لا يشحن سلك بالكهرباء عند مرور تيار كهربي فيه) .**	لان التيار الكهربى عبارة عن شحنات كهربية تدخل من احد طرفي السلك وتخرج من الطرف الأخر بنفس المعدل .
٢	**تسمح بعض المواد بتوصيل التيار الكهربي ، بينما البعض عازل للكهربية(النحاس جيد التوصيل للكهرباء)**	لان بعض المواد توصل التيار الكهربي لأن ذراتها تحتوي على عدد كبير من الالكترونات الحرة فتكون مقاومتها صغيرة مثل الفلزات ، بينما بعضها عازل للكهربية لندرة وجود الكترونات حرة بها وتكون مقاومتها كبيرة جدا مثل الزجاج والمطاط .

شدة التيار الكهربى (I)

تعريفه	"تقدر بكمية الكهربية المارة خلال مقطع من موصل في زمن قدره 1 ثانية "
قانون حسابه	$I = \frac{Q}{t}$ حيث أن Q : هي كمية الكهربية ووحدة قياسها الكولوم C t : هو الزمن ووحدة قياسه الثانية s
وحدة قياسه	الأمبير (A) ويكافئ كولوم/ثانية
وحدات أخرى	المللى أمبير = 10^{-3} أمبير - الميكرو أمبير = 10^{-6} أمبير

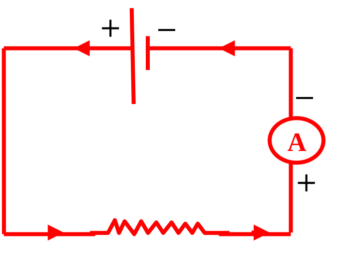
◈ ☜ **مما سبق يمكن تعريف الأمبير والكولوم كما يلي :**

الأمبير

" شدة التيار الناتج عن سريان كمية كهربية مقدارها 1 كولوم خلال مقطع موصل في زمن قدره 1 ثانية"

الكولوم

"مقدار الشحنة الكهربية التي عند مرورها خلال مقطع من موصل في زمن قدره 1 ثانية ينتج عنها تيار كهربي شدته1 أمبير"



◈ ☜ تقاس شدة التيار الكهربى المار في دائرة كهربية بجهاز الاميتر وهو يوصل على التوالى في الدائرة الكهربية (كما بالشكل) .

◈ ☜ يمكن حساب عدد الإلكترونات (N) المارة عبر مقطع معين من موصل من العلاقة

(N) = مقدار الشحنة التى مرت / شحنة الالكترون

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{I \times t}{e}$$

☜ **حيث** : (e) شحنة الالكترون **وتساوى** **1.6×10^{-19} C**

(Q) كمية الكهربية و وحدة قياسها الكولوم (C) ويكافئ أمبير. ثانية .

☜ **مع العلم أن** : 3600 كولوم = أمبير ساعة . وتستخدم عادًا فى قياس سعة بطاريات السيارات .

م	ما معنى أن	الإجابة
١	🕮 **شدة التيار المار في موصل = 5 أمبير**	معنى ذلك أن مقدار الشحنة الكهربية التي تمر خلال مقطع الموصل في الثانية الواحدة = 5 كولوم
٢	**سعة البطارية 50 أمبير ساعة**	أى أن التيار المار بالبطارية يساوى واحد أمبير لمدة 50 ساعة (= 180000 كولوم).

أمثلة محلولة

١ ـ احسب شدة التيار الكهربى المار فى موصل والناتج عن مرور كمية من الكهربية مقدارها 15 C خلال مقطع من الموصل فى زمن قدره 3 S



$$I = \frac{Q}{t} = \frac{15}{3} = 5A$$

****

٢ ـ كم عدد الإلكترونات التى تمر عبر مقطع ما فى موصل فى زمن قدره 1 S إذا كانت شدة التيار المار فى الدائرة 20 A وشحنة الإلكترون 1.6×10^{-19} C



$$I = \frac{Q}{t} \quad , \quad Q = I\,t = 20 \times 1 = 20\ C$$

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{20}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25 \times 10^{20}\,electron$$

****

ثانيا : فرق الجهد الكهربي

يمر التيار الكهربى في موصل إذا كان الجهد الكهربى عند نقطة داخل الموصل يختلف عن الجهد الكهربى عند نقطة أخرى أى عندما يكون هناك فرق في الجهد الكهربى بين نقطتين .

فرق الجهد بين نقطتين (V)

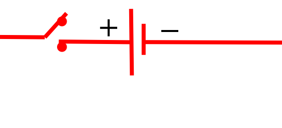
تعريفه	"هو مقدار الشغل المبذول مقدرًا بالجول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 كولوم بين نقطتين "
قانون حسابه	$V = \frac{W}{Q}$ حيث W هو الشغل المبذول
وحدة قياسه	الفولت (V) ويكافئ جول / كولوم
وحدات أخرى	المللى فولت = 10^{-3} فولت - الميكرو فولت = 10^{-6} فولت

الفولت

" فرق الجهد بين نقطتين عندما يلزم بذل شغل مقداره 1 جول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 كولوم بين هاتين النقطتين"

ما معنى أن فرق الجهد الكهربي بين طرفي موصل = 20 فولت؟

جـ: معنى ذلك أن مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة 1C بين طرفي الموصل = 20 جول .



◈ ☜ يقاس فرق الجهد الكهربى بين نقطتين بجهاز الفولتميتر وهو يوصل على التوازى في الدائرة الكهربية (كما بالشكل) .

الطاقة الكهربية W (الشغل)	
القوانين	**وحدات القياس**
$W = V Q$	(الجول) – (فولت . كولوم)
$W = V \times I \times t$	(فولت. أمبير. ثانية)
$W = \frac{V^2}{R} \times t$	(فولت ٢ . ثانية / أوم)
$W = I R \times I t = I^2 R t$	(امبير ٢ . أوم . ثانية)

القــــدرة الكهربية P_W		
التعريفات	**القوانين**	**وحدات القياس**
الطاقة الكهربية المستنفذة فى الثانية الواحدة	$P_W = \frac{W}{t}$	جول / ثانية = وات J / S = watt
حاصل ضرب فرق الجهد بين طرفى الموصل فى شدة التيار المار فيه	$P_W = I V$	فولت . أمبير
مربع فرق الجهد بين طرفي موصل مقاومته واحد أوم	$P_W = \frac{V^2}{R}$	فولت ٢ / أوم
مربع شدة التيار المار فى موصل مقاومته واحد أوم	$P_W = I^2 R$	أمبير ٢ . أوم

ملحوظة

◈ ☜ تدل قيمة القدرة الكهربية على شدة الإضاءة .

◈ ☜ الكيلو وات .ساعة = 1000 وات . ساعة = $1000 \times 60 \times 60 = 36 \times 10^5$ جول .

◈ ☜ **ما معنى قولنا أن : مصباح كهربي قدرته 100وات .**

معنى ذلك أن هذا المصباح يستنفذ طاقة كهربية مقدارها 100 جول في الثانية الواحدة .

المفتاح الكهربي

- **وظيفته :** فتح وغلق الدائرة ..
- **فكرته :** إدخال مقاومة كبيرة جدًا فى طريق التيار تستطيع إيقافه تمامًا .
- **شروط مرور التيار الكهربي .**

❶ وجود مسار مغلق ليسرى التيار .

❷ وجود قوة دافعة كهربية أو فرق جهد بين نقطتين .

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**عند فتح الدائرة لا يمر التيار**	معنى فتح الدائرة أى دخول الهواء بين طرفي السلك والهواء له مقاومة كبيرة جدا فتجعل التيار يصل الى الصفر .
٢	**لكي يمر تيار كهربي لا بد أن تكون الدائرة مغلقة**	لكي تعمل كممر متصل يسمح للشحنات الكهربية بالمرور خلالها
٣	**رغم أن الهواء معاوقته للتيار الكهربي كبيرة فانه يمكن له أن يمر خلاله تيار كهربي**	يحدث ذلك في حالة فروق الجهد الكبيرة بتأين الهواء ويمر التيار الكهربي خلاله على شكل شرار كهربي .
٤	**عند زيادة قدرة الأجهزة الكهربية بالمنزل تزداد شدة التيار فى المنصهر العام .**	لان القدرة تتعين من العلاقة $P_W = I\,V$ ومع ثبوت فرق الجهد نجد أن القدرة تتناسب طرديا مع شدة التيار فبزيادة قدرة الأجهزة تزداد شدة التيار .
٥	**إذا قمنا بتوصيل طرفي الفيشة ببعضهم ينقطع سلك المنصهر .**	لأننا قمنا بتوصيل مقاومة صغيرة جدا جدا ولتكن 1 أوم مع فرق جهد ثابت 220V فيمر تيار كبير جدا جدا 220 أمبير وهذا يزيد عن الحد الأقصى الذى يتحمله سلك المنصهر فينقطع سلك المنصهر .

مثال

إذا كان الشغل المبذول لنقل كمية من الكهربية قدرها 5C خلال 1s بين نقطتين في موصل هو 100J احسب:

أ- فرق الجهد بين النقطتين ب- شدة التيار المار ج- القدرة الكهربية

د- عدد الالكترونات المارة خلال 2s (علما بأن شحنة الإلكترون $1.6\times10^{-19}C$) .



$$1\text{-}\ V = \frac{W}{Q} = \frac{100}{5} = 20V$$

$$2\text{-}\ I = \frac{Q}{t} = \frac{5}{1} = 5A$$

$$3\text{-}\ P_W = VI = 20\times5 = 100Watt$$

$$4\text{-}\ Q = It = 5 \times 2 = 10C$$

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{10}{1.6\times10^{-19}} = 6.25\times10^{19}\,electron$$

ثالثا : المقاومة الكهربية

تعريفها	"هي الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي عند مروره في الموصل" أو هى الممانعة التى تلقاها الكترونات التيار الكهربى عند مرورها فى الموصل) أو "هي النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل بالفولت إلى شدة التيار المار فيه بالأمبير"
قانون حسابها	$R = \frac{V}{I}$ " قانون أوم "
وحدة قياسها	الأوم (Ω) ويكافئ فولت/أمبير
جهاز قياسها	الأوميتر .

◈ **ما معنى أن المقاومة الكهربية لموصل 200 أوم .**

معنى ذلك أن النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل و شدة التيار الكهربى المار به 200 فولت / أمبير .
معنى ذلك أن هذا الموصل يسمح بمرور تيار شدته 1 أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 200 فولت .

تعريف الأوم	"هو مقاومة موصل عندما يمر به تيار شدته 1 أمبير يصبح فرق الجهد بين طرفيه 1 فولت"
نص قانون أوم	" عند ثبوت درجة الحرارة فإن شدة التيار المار في موصل تتناسب طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه "

◈ **يوجد نوعان من المقاومات هما :**

١- المقاومة الثابتة ويرمز لها فى الدائرة الكهربية بالرمز

٢- المقاومة المتغيرة (ريوستات) ويرمز لها فى الدائرة الكهربية بالرمز او بالرمز

◈ **وظيفة المقاومة المتغيرة في دائرة قانون أوم:**

تغير مقاومة الدائرة وبالتالي تتغير شدة التيار المار في الدائرة .

◈ **ملحوظة هامة : عند ضبط الزالق للريوستات** -:

♦ **عند بداية الريوستات** فان المقاومة المأخوذة من الريوستات تساوى صفر حيث لا يمر تيار بمقاومة الريوستات.
♦ **عند نهاية الريوستات** فان المقاومة المأخوذة من الريوستات تساوى R حيث يمر التيار بمقاومة الريوستات كلها .
♦ **عند منتصف الريوستات** فان المقاومة المأخوذة من الريوستات تساوى R/2 حيث يمر التيار بنصف بمقاومة الريوستات.

مثال

موصل كهربى يمر به شحنة كهربية مقدارها 3.6 C خلال دقيقة ، إذا كان فرق الجهد بين طرفيه 300 V احسب مقاومته .

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{3.6}{60} = 0.06A$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{300}{0.06} = 5000\Omega$$

****

العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربية لموصل

➊ **طول الموصل (ℓ) :** مقاومة الموصل تتناسب طرديا مع طوله ($R \alpha \ell$) وبالتالي فإن : $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\ell_1}{\ell_2}$

➋ **مساحة مقطع الموصل (A)** مقاومة الموصل تتناسب عكسيا مع مساحه مقطعه ($R \alpha \frac{1}{A}$) وبالتالي فإن : $\frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2}{A_1}$

➌ **نوع مادة الموصل** نأخذ سلكين من مادتين مختلفتين لهما نفس الطول ومساحة المقطع ونعين مقاومتهما كما سبق نجد أن $R_1 \neq R_2$ أي أن مقاومة الموصل تتوقف على نوع مادته .

➍ **درجة حرارة الموصل** **علل تزداد مقاومة موصل فلزى عند ارتفاع درجة حرارته .**

لان ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة سعة الاهتزازة لجزيئات الموصل وزيادة سرعة اهتزاز جزيئاته وبالتالى زيادة معدل تصادم إلكترونات التيار الكهربى مع جزيئات الموصل فتزداد الممانعة لسريان الإلكترونات خلاله .

وجه المقارنة	المقاومة النوعية لمادة الموصل (ρ_e)	التوصيلية الكهربية لمادة الموصل (σ)
التعريف	" تقدر بمقاومة موصل طوله 1m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة 0°C " أو" مقلوب التوصيلية الكهربية لموصل "	مقلوب مقاومة موصل طوله 1m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند 0°C أو" مقلوب المقاومة النوعية لمادة موصل"
العوامل التي تتوقف عليها	- نوع مادة الموصل - درجة الحرارة الموصل . (رسم: ρ_e مقابل L)	- نوع مادة الموصل - درجة الحرارة الموصل (رسم: σ مقابل L)
قانون حسابها	$\rho_e = \frac{RA}{L}$ أو $\rho_e = \frac{1}{\sigma}$	$\sigma = \frac{L}{RA}$ أو $\sigma = \frac{1}{\rho_e}$
وحدات القياس	أوم . متر (Ω.m) وتكافئ : V.m/A	أوم-¹ . متر-¹ $(\Omega^{-1}.m^{-1})$ وتكافئ (سيمون.م-¹) وتكافئ A/V.m
ما معنى أنّ:	المقاومة النوعية للنيكروم = $1.3\times10^{-6}\ \Omega.m$ ؟ معنى ذلك أن سلك نيكروم طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ تكون مقاومته $1.3\times10^{-6}\ \Omega$	التوصيلية الكهربية للنحاس= $5.6\times10^{7}\ \Omega^{-1}.m^{-1}$؟ معنى ذلك أن مقلوب مقاومة سلك من النحاس طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ = $5.6\times10^{7}\ \Omega^{-1}$ أو معنى ذلك أن المقاومة النوعية للنحاس = $\frac{1}{5.6\times10^{7}} = 0.1786\times10^{-7}$ أوم . متر

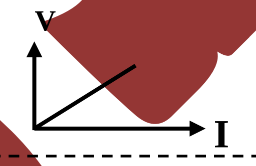
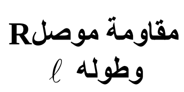
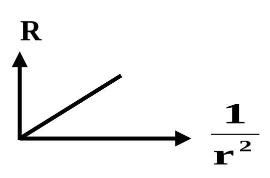
حاصل ضرب التوصيلية الكهربية فى المقاومة النوعية = ١ .

$$\sigma \ \alpha \ \frac{1}{\rho_e}$$

(رسم: σ مقابل $\frac{1}{\rho_e}$ ، 45°)

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	(ث.ع ٢٠٠٣) المقاومة النوعية (التوصيلية الكهربية) خاصية مميزة للمادة .	لأنها تتوقف فقط على نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة . حيث لا توجد مادتان لهما نفس المقاومة النوعية (التوصيلية الكهربية) ولا تتوقف على طول أو مساحة المقطع للسلك .
٢	يلزم بذل شغل لنقل الشحنات الكهربية من نقطة لأخرى .	للتغلب على المقاومة بين النقطتين حتى يسرى التيار الكهربى .
٣	(ث.ع ٢٠٠٩) مضاعفة نصف قطر سلك من النحاس يؤدي إلى نقصان مقاومته الكهربية إلى الربع	لأن المقاومة الكهربية تتناسب عكسيًا مع مربع نصف القطر $(R = \frac{\rho_e \ell}{\pi r^2})$
٤	إذا جعل سلك على شكل متوازي مستطيلات تختلف مقاومة الأضلاع وإذا جعل نفس السلك على شكل مكعب تتساوى مقاومة الاضلاع	لأن أطوال أضلاع متوازي المستطيلات مختلفة وبالتالي تختلف المقاومة تبعا للعلاقة : $R = \rho_e \frac{\ell}{A}$ ، بينما في المكعب تتساوى أطوال الأضلاع وبالتالي تتساوى المقاومات
٥	(ث.ع ٢٠٠٦) معامل التوصيل الكهربي للنحاس كبير	لأن المقاومة النوعية له صغيرة وبالتالى تكون مقاومة الاسلاك المصنوعة منه صغيرة حيث (R α ρ_e) أى ان التوصيلية الكهربية له كبيرة .
٦	يستخدم النحاس فى صناعة كابلات نقل الكهرباء	



العلاقة بين	الشكل البيانى	القانون ودلالة الميل
فرق الجهد V وشدة التيار I		$V = IR$ $slope = \frac{V}{I} = R$
مقاومة موصل R وطوله ℓ		$R = \rho_e \frac{\ell}{A}$ $Slope = \frac{R}{\ell} = \frac{\rho_e}{A}$ $\therefore \rho_e = slope \times A$
مقاومة موصل (R) ومقلوب مساحة مقطعه (1/A)		$R = \rho_e \frac{\ell}{A}$ $Slope = RA = \rho_e \ell$ $\therefore \rho_e = \frac{slope}{\ell}$
مقاومة موصل (R) ومقلوب مربع نصف قطره $(\frac{1}{r^2})$		$R = \rho_e \frac{\ell}{A} = \rho_e \frac{\ell}{\pi r^2}$ $Slope = Rr^2 = \rho_e \frac{\ell}{\pi}$ $\therefore \rho_e = slope \times \frac{\pi}{\ell}$

ملاحظات هامة لحل المسائل

- ١- أى تغير فى شدة تيار أو فرق جهد لا يغير فى المقاومة لان المقاومة ثابتة والزيادة فى فرق الجهد يقابلها نقص تيار .
- ٢- إذا كان السلك ذو مقطع دائري فإن مساحة مقطعه A تحسب من العلاقة : $A = \pi r^2$

$$\because R = \rho_e \frac{\ell}{A} \Rightarrow \therefore R = \frac{\rho_e \ell}{\pi r^2}$$

- ٣- عند المقارنة بين سلكين يكون $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_e)_1}{\rho_e)_2} \times \frac{\ell_1}{\ell_2} \times (\frac{r_2}{r_1})^2$
- ٤- يمكن حساب مقاومة سلك أسطواني الشكل بمعلومية الكثافة والكتلة من العلاقة : $R = \frac{\rho_e \rho \ell^2}{m}$ أو $R = \frac{\rho \ell^2}{\sigma m}$
- ٥- عند المقارنة بين سلكين يكون :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{(\rho_e)_1 \rho_1 \ell_1^2 m_2}{(\rho_e)_2 \rho_2 \ell_2^2 m_1} \quad \text{أو} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{(\sigma)_2 \rho_1 \ell_1^2 m_2}{(\sigma)_1 \rho_2 \ell_2^2 m_1}$$

- ٦- إذا أعيد تشكيل قضيب معدني فإن : أ) مقدار الزيادة في الطول تعادل مقدار النقص في مساحة المقطع ب) النسبة بين القطرين كالنسبة بين نصفي قطريهما .

م	ما النتائج المترتبة على	الإجابة
١	زاد طول سلك مقاومة للضعف ونقصت مساحة مقطعه إلى النصف بالنسبة للمقاومة الكهربية .	تزداد مقاومته إلى أربعة أمثال قيمتها الأولى .
٢	نقص نصف قطر مقطع السلك إلى النصف (مع ثبوت طوله ونوع مادته) بالنسبة للمقاومة الكهربية	تزداد مقاومته إلى أربعة أمثال قيمتها الأصلية.
٣	سحب سلك أو شد سلك فاستطال الى ثلاثة أمثاله لكلا من المقاومة والمقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية	المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية ستظل ثابتة لثبوت مادة السلك أما بالنسبة للمقاومة سوف تزداد الى تسعة أمثالها .
٤	لسلك تم ثنيه من منتصفه ثم أعيد توصيله لكلا من المقاومة والمقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية	المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية ستظل ثابتة لثبوت مادة السلك وعند ثنية يقل طوله الى النصف ويزداد مساحة مقطعه الى الضعف وبالتالى فان المقاومة قلت للربع .
٥	لسلكان من نفس النوع طول الأول زاد للضعف وكتلة الثاني قلت للنصف للنسبة بين المقاومتين	تصبح النسبة بين المقاومتين $= \frac{1}{8}$.
٦	نقص مساحة مقطع سلك من حيث مقاومته	تزداد المقاومة
٧	زاد طول سلك إلى الضعف وزاد نصف قطره أيضا إلى الضعف بالنسبة لمقاومته النوعية	تزداد المقاومة النوعية لضعف قيمتها الاصلية .
٨	قل نصف قطر سلك إلى النصف وقل طوله إلى النصف للنسبة بين المقاومتين	تصبح النسبة بين المقاومتين $= \frac{1}{2}$

أمثلة محلولة

١- سلكان من النحاس طول أحدهما 10cm وكتلته 0.1kg وطول الآخر 40cm وكتلته 0.2kg قارن بين مقاومة كل منهما .



∵ السلكان من نفس المادة ∴ المقاومة النوعية لهما واحدة

$$\because \frac{R_1}{R_2}=\frac{(\rho_e)_1 \ell_1 A_2}{(\rho_e)_2 \ell_2 A_1} \Rightarrow \therefore \frac{R_1}{R_2}=\frac{\ell_1 A_2}{\ell_2 A_1}$$

$$\rho=\frac{m}{V_{ol}}=\frac{m}{A\ell} \Rightarrow \therefore A=\frac{m}{\ell} \Rightarrow \therefore \frac{A_2}{A_1}=\frac{m_2 \ell_1}{m_1 \ell_2}$$

$$\because \frac{R_1}{R_2}=\frac{\ell_1^2 m_2}{\ell_2^2 m_1} \Rightarrow \therefore \frac{R_1}{R_2}=\frac{10^2\times 0.2}{40^2\times 0.1}=\frac{1}{8}$$



٢- احسب شدة التيار المار في مقاومة سلك طوله 2m ومساحة مقطعه $0.1cm^2$ والتوصيلية الكهربية للسلك $4\times10^4\ \Omega^{-1}.m^{-1}$ علما بأن فرق الجهد بين طرفي السلك 10V .



$$\because \rho_e=\frac{1}{\sigma} \Rightarrow \therefore \rho_e=\frac{1}{4\times10^4}=25\times10^{-6}\Omega.m$$

$$\because R=\rho_e\frac{\ell}{A} \Rightarrow \therefore R=\frac{25\times10^{-6}\times 2}{0.1\times10^{-4}}=5\Omega,$$

$$I=\frac{V}{R}=\frac{10}{5}=2A$$

****

٣- وصل سلك على التوالي في دائرة كهربية طوله 154m وقطره 0.14mm فمر تيار شدته 2A عندما كان فرق الجهد بين طرفيه 40V احسب : ١- المقاومة النوعية لمادة السلك . ٢- التوصيلية الكهربية لمادة السلك .



$$1- \ R=\frac{V}{I}=\frac{40}{2}=20\Omega,$$

$$\because \rho_e=\frac{RA}{\ell} \Rightarrow \therefore \rho_e=\frac{R\pi r^2}{\ell} \Rightarrow \therefore \rho_e=\frac{20\times\frac{22}{7}\times(0.07\times10^{-3})^2}{154}=2\times10^{-9}\Omega.m$$

$$2- \ \sigma=\frac{1}{\rho_e}=\frac{1}{2\times10^{-9}}=5\times10^{8}\Omega^{-1}m^{-1}$$

****

٤- (ث . ع ١٩٩٢) سلكان من مادتين مختلفتين طول الأول ضعف طول الثاني ونصف قطر الأول ضعف نصف قطر الثاني ومقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني أوجد النسبة بين المقاومتين النوعيتين لهاتين المادتين .



$\ell_1=2\ell_2$, $r_1=2r_2$

$R_1=R_2$

$$\rho_{e1}=\frac{R_1 A_1}{\ell_1}, \rho_{e2}=\frac{R_2 A_2}{\ell_2},$$

$$\therefore \frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}}=\frac{\pi r_1^2 \ell_2}{\pi r_2^2 \ell_1} \Rightarrow \therefore \frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}}=\frac{4r_2^2 \ell_2}{r_2^2 2\ell_2} \Rightarrow \therefore \frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}}=\frac{2}{1}$$

****

٥- لديك سلك معدني منتظم المقطع فإذا سحب هذا السلك ليصبح قطر السلك الجديد نصف قطر السلك الأصلي احسب: ١- النسبة بين طولي السلك قبل وبعد السحب . ٢- النسبة بين مقاومتي السلك قبل وبعد السحب .



١- ∵ حجم السلك ثابت ∴ حجم السلك بعد السحب = حجم السلك قبل السحب

$$\therefore\ A_1\ell_1 = A_2\ell_2 \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{r_2^2}{4r_2^2} \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{1}{4}$$

$$2-\ \because \frac{R_1}{R_2} = \frac{(\rho_e)_1\ell_1 A_2}{(\rho_e)_2\ell_2 A_1} \Rightarrow \therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\ell_1 A_2}{\ell_2 A_1} \Rightarrow \therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4}\times\frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

****

٦- [ث . ع ١٩٩٣] في تجربة لتعيين مقاومة مجهولة باستخدام دائرة قانون أوم لكل من السلكين A,B أخذت النتائج الآتية:

السلك A				
V	0.5	1	1.3	1.6
I	0.32	0.63	0.82	1

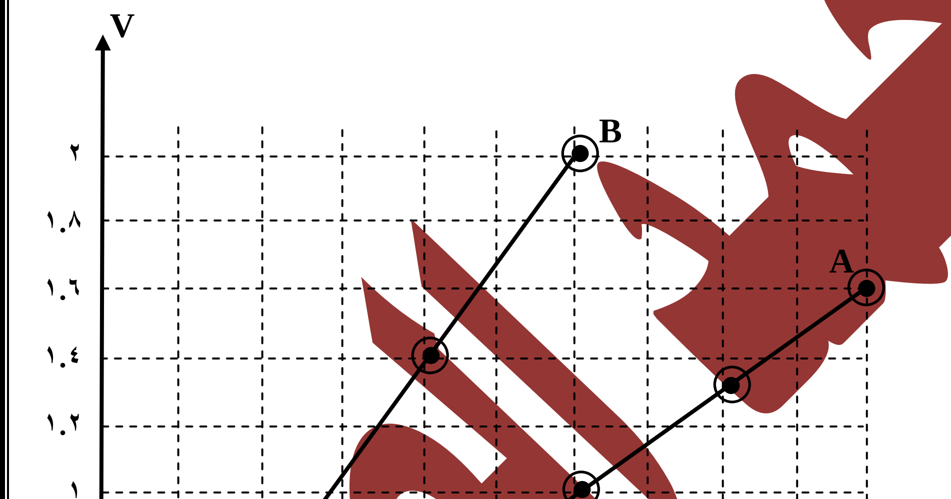
السلك B				
V	0.4	0.9	1.4	2
I	0.12	0.28	0.44	0.63

أ) ارسم الشكل البياني لناتج التجربتين بحيث يكون فرق الجهد على المحور الرأسي وشدة التيار المار على الأفقي على ورقة رسم بياني واحدة وبنفس مقياس الرسم موضحا العلاقة الأولى بالحرف A والثانية بالحرف B .

ب) من الرسم البياني استنتج أي السلكين أكبر مقاومة ولماذا؟

ج) إذا كان السلكان من نفس المادة ولهما نفس الطول ولكن يختلف قطراهما فبين أيهما يكون أكبر سمكا ولماذا؟

الحل



(أ) الرسم البياني بالشكل المقابل

(ب) $\because R = \frac{V}{I}$ أي أن ميل الخط المستقيم يدل على مقاومة السلك

$$slopeA = \frac{1.3-1}{0.82-0.63} = 1.579\Omega$$

$$slopeB = \frac{2-1.4}{0.63-0.44} = 3.157\Omega$$

∴ مقاومة السلك B أكبر من مقاومة السلك A

(ج) $\because R = \rho_e\frac{\ell}{A}$ والسلكان من نفس المادة ولهما نفس الطول ∴ يختلفان في مساحة المقطع وحيث أن : المقاومة تتناسب عكسيًا مع مساحة المقطع ومقاومة السلك B أكبر من مقاومة السلك A

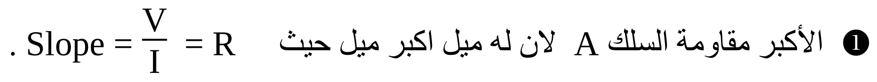
∴ سمك السلك A أكبر من سمك السلك B

****

٧- فى الشكل المقابل يوضح العلاقة بين فرق الجهد لسلكين من النحاس و شدة التيار المار أى السلكين. ❶ اكبر مقاومة. ❷ اكبر طولا. ❸ اكبر نصف قطر . ❹اكبر مقاومة نوعية. ❺إذا تم استبدال النحاس بمعدن مقاومته النوعية أكبر هل يتغير ميل الخطين أم لا ؟ مع ذكر السبب

V A B I

الحل

❶ الأكبر مقاومة السلك A لان له ميل اكبر ميل حيث  . Slope = $\frac{V}{I}$ = R

❷ الأطول السلك A لان له مقاومة اكبر والمقاومة تتناسب طرديًا مع الطول .

❸ الأكبر نصف قطر هو السلك B لان له اقل مقاومة والمقاومة تتناسب عكسيًا مع مربع نصف القطر.

❹ المقاومة النوعية للسلك A = المقاومة النوعية للسلك B. لان السلكين مصنوعان من نفس المادة وهى النحاس والمقاومة النوعية تتوقف على نوع المادة فقط عند ثبوت درجة الحرارة .

❺ نعم يتغير ميل الخطين و يزداد الميل فى السلكين لان المقاومة الكهربية تتناسب طرديًا مع المقاومة النوعية .

****

٨- موصل من النحاس على هيئة متوازى مستطيلات ابعاده $(5 \times 10 \times 40)\ cm$ و له توصيلية كهربية تساوى $4\times10^{4}\ \Omega^{-1}.m^{-1}$ احسب مقاومة الموصل ؟ هل للموصل مقاومة أخرى ؟

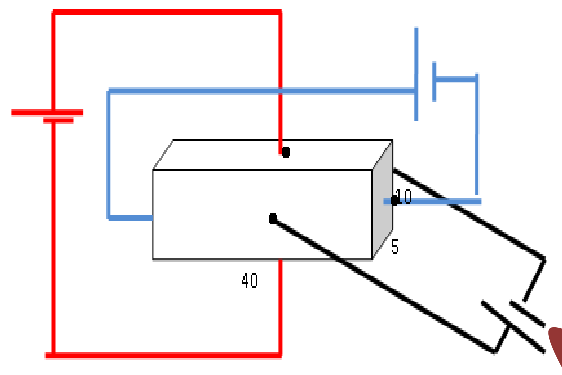
الحل

$$\because \rho_e = \frac{1}{\sigma} \Rightarrow \therefore \rho_e = \frac{1}{4\times10^{4}} = 25\times10^{-6}\,\Omega.m$$

$$\because R = \rho_e\frac{\ell}{A} \Rightarrow \therefore R = \frac{25\times10^{-6}\times0.4}{0.05\times0.1} = 0.002\Omega,$$

بالطبع يوجد للموصل مقاومات اخرى ويتم توصيلها كما بالشكل المقابل :

ويمكن حساب قيم المقاومة كما يلى :



$$\because R = \rho_e\frac{\ell}{A} \Rightarrow \therefore R = \frac{25\times10^{-6}\times0.05}{0.4\times0.1} = 0.00003125\Omega$$

$$\because R = \rho_e\frac{\ell}{A} \Rightarrow \therefore R = \frac{25\times10^{-6}\times0.1}{0.05\times0.4} = 0.0000125\Omega$$

****

٩- سلكان طول الاول $\frac{2}{3}$ الثانى ، ومساحة مقطع الاول $\frac{1}{4}$ الثانى ، والمقاومة النوعية للأول ضعف الثانى . احسب النسبة بين مقاومتيهما .



$$\because R = \rho_e\frac{\ell}{A}$$

$$\Rightarrow \therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e_1}.\ell_1.A_2}{\rho_{e_2}.\ell_2.A_1} = \frac{2\times2\times4}{1\times3\times1} = \frac{16}{3}$$

****

١٠- سلكان من نفس النوع ، طول الأول $\frac{2}{5}$ الثانى ، ومقاومة الاول 5 أمثال الثانى . احسب النسبة بين نصفى قطريهما .



$$\because R = \rho_e\frac{\ell}{A} \Rightarrow \therefore R = \frac{\rho_e\ell}{\pi r^2}$$

$$r = \sqrt{\rho_e\frac{\ell}{\pi R}} \Rightarrow \therefore \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_2}.\frac{R_1}{R_2}} = \sqrt{\frac{2}{5}\times\frac{1}{5}} = \sqrt{\frac{2}{25}} = \frac{\sqrt{2}}{5}$$

****

١١- سلكان طول الاول 3 أمثال الثانى ، وكتلة الأول ضعف الثانى ، وكثافة مادة الاول $\frac{4}{3}$ الثانى ، ومقاومة الاول $\frac{3}{2}$ الثانى . احسب النسبة بين مقاومتيهما النوعية .



$$\because \rho_e = R\frac{A}{\ell} \Rightarrow \therefore \rho_e = \frac{R}{\ell^2\pi r^2}$$

$$\frac{(\rho_e)_1}{(\rho_e)_2} = \frac{R_1 m_1 \ell_2{}^2 \rho_2}{R_2 m_2 \ell_1{}^2 \rho_1} = \frac{3\times2\times1^2\times3}{2\times1\times3^2\times4} = \frac{1}{4}$$

الفصل الأول - الدرس الأول

المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) فيض من الشحنات الكهربية تسرى خلال الموصلات .
(٢) كمية الكهربية المارة خلال مقطع من موصل فى الثانية الواحدة .
(٣) شدة التيار الكهربى المار عندما يكون معدل سريان كمية الكهربية خلال مقطع معين من موصل واحد كولوم فى الثانية .
(٤) اتجاه حركة الإلكترونات من القطب السالب الى القطب الموجب خارج المصدر فى الدائرة الكهربية المغلقة .
(٥) اتجاه التيار الكهربى من القطب الموجب الى القطب السالب خارج المصدر فى دائرة كهربية مغلقة .
(٦) مقدار الشحنة الكهربية التى عند مرورها فى مقطع موصل خلال ثانية ينتج عنها مرور تيار كهربى شدته واحد أمبير .
(٧) يقدر بمقدار الشغل المبذول مقدرًا بالجول لنقل كمية كهربية مقدارها واحد كولوم من نقطة الى أخرى .
(٨) فرق الجهد بين طرفى موصل عندما يلزم بذل شغل قدره 1 جول لنقل وحدة الشحنات بين طرفى الموصل .
(٩) ممانعة موصل لمرور التيار الكهربى فيه .
- النسبة بين فرق الجهد بين طرفى موصل وشدة التيار الكهربى المار فيه .

(١٠) تتناسب شدة التيار المار فى الموصل تناسبًا طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه عند درجة حرارة معينة .
(١١) مقاومة موصل يسمح بمرور تيار كهربى شدته واحد أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه واحد فولت .
(١٢) مقاومة موصل طوله 1 متر ومساحة مقطعه 1 متر مربع .
- مقلوب التوصيلية الكهربية لمادة الموصل .

(١٣) مقلوب المقاومة النوعية لمادة موصل .
(١٤) كمية فيزيائية تقاس بوحدة $simon^{-1}$
(١٥) المعدل الزمنى للطاقة الكهربية المستنفذة .

****

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١) الوحدة المكافئة للوحدة كولوم/ ثانية هى .... (فولت – أمبير – أوم – فاراد)
(٢) أوم . ثانية يساوى .... (كولوم – فولت – لا توجد إجابة صحيحة)
(٣) يمر تيار كهربى 2 A فى سلك طوله 2 m ومساحة مقطعه $0.1\ m^2$ ومقاومته النوعية $0.05\ \Omega.m$ فيكون فرق الجهد بين طرفيه .... (10 V – 5 V – 2 V)
(٤) الوحدة التى تكافئ واحد أمبير هى .... (فولت × أوم – أوم / فولت – كولوم / ثانية)
(٥) إذا كان الشغل المبذول لنقل كمية من الكهربية 3 C عبر موصل هو 60 J فإن فرق الجهد بين طرفى الموصل يساوى .... (20 V – 20 J – 5 V – 2 V)
(٦) يمكن حساب عدد الالكترونات التي تمر في موصل يمر به تيار كهربي من العلاقة . ($N = \frac{Ie}{t}$ / $N = \frac{e}{It}$ / $N = \frac{It}{e}$)
(٧) يمكن حساب شدة التيار الكهربي من العلاقة .... ($I = \frac{Ne}{t}$ / $N = \frac{Qt}{N}$ / $I = \frac{Nt}{e}$)
(٨) مقاومة الموصل .... (تتناسب طرديًا مع مساحة مقطعه – لا تتوقف على نوع مادته – تتناسب عكسيًا مع طوله – تتناسب عكسيًا مع مربع نصف قطره)
(٩) إذا كانت المقاومة النوعية لموصل 0.5 أوم . متر فإن حاصل ضربها × توصيليتها الكهربية يساوى .... (2 – 1 – 0.5)
(١٠) تتوقف المقاومة النوعية لمادة موصل على .... الموصل (مساحة مقطع – نوع مادة – كثافة – طول)
(١١) إذا زاد طول سلك إلى الضعف وزاد قطره أيضًا إلى الضعف فإن مقاومته .... (تقل الى النصف – تزداد الى الضعف – لا تتغير)
(١٢) إذا زاد طول موصل كهربى إلى الضعف وزاد نصف قطره إلى الضعف فإن مقاومته النوعية .... (تزداد 4 أمثال – تقل للنصف – تزداد للضعف – لا تتغير)
(١٣) إذا زاد طول سلك من النحاس إلى الضعف ونقصت مساحة مقطعه إلى النصف فإن مقاومته ..... (تزداد 4 أمثال – تقل للنصف – تزداد للضعف)

(١٤) ✍ الفولت وحدة تعادل .... (أمبير / أوم – أوم / أمبير – جول / كولوم)

(١٥) ✍ عندما يصل نصف قطر مقطع سلك كهربي إلى النصف فإن مقاومته النوعية ...... (تقل للنصف / تزيد للضعف / تزيد إلى أربع أمثال / تظل ثابتة)

(١٦) ✍ بزيادة طول السلك فإن التوصيلية الكهربية له .... (تزداد – تظل ثابتة – تقل)

(١٧) إذا أعيد تشكيل سلك بانتظام بحيث قلت مساحة مقطعه للنصف فإن مقاومته .... (تزداد للضعف / تقل للربع / تزداد أربعة أمثال)

(١٨) إذا كانت مقاومة سلك R وسلك آخر طوله نصف طول الأول وقطره يساوي نصف قطر الأول والمقاومة النوعية لمادته $\frac{4}{3}$ المقاومة النوعية للأول فتكون مقاومة السلك الثاني .... (2.66R / 1.33R / 1.25R)

(١٩) إذا كانت مقاومة سلك ما هي R فإن مقاومة سلك آخر من نفس المادة ويساوي الأول في الطول ولكن قطره يعادل ثلثي قطر الأول تساوي .... (2.25R / 2R / 0.5R)

(٢٠) إذا زادت شدة التيار المار في موصل للضعف فإن مقاومته الكهربية .... (تزداد للضعف / تقل للنصف / لا تتغير)

(٢١) عند زيادة مقاومة موصل للضعف فإن مقاومته النوعية .... (تقل للنصف – تزداد للضعف – تظل ثابتة)

(٢٢) عندما يقل طول موصل الى النصف فإن شدة التيار .... (تزداد للضعف – تقل للنصف – تزداد 4 أمثال – تظل ثابتة)

(٢٣) السيمون يكافئ .... (أوم – فولت – أمبير / فولت)

(٢٤) ✍ إذا زاد طول سلك الى الضعف فإن المقاومة النوعية لمادته ...... (تزداد للضعف / تقل للنصف / تظل ثابتة)

(٢٥) بزيادة طول السلك فإن التوصيلية الكهربية له .... (تزداد / تقل / تظل ثابتة)

(٢٦) سُحب سلك معدنى بانتظام حتى أصبح طوله ضعف ما كان عليه تصبح مقاومته .... قيمتها الأصلية (ضعف – نصف – أربع أمثال – ربع)

(٢٧) وحدة قياس شدة التيار هي .... (أمبير. ثانية / جول. كولوم / فولت.أوم$^{-1}$ / كولوم)

(٢٨) سلك من النيكروم طوله 1m ومقاومته النوعية (ρ_e) فإذا أخذ سلك آخر من النيكروم بنفس القطر وطوله 2m تكون المقاومة النوعية له تساوي ... ($\frac{\rho_e}{4}$ – $\frac{\rho_e}{2}$ – ρ_e – $2\rho_e$)

(٢٩) سلك مقاومته R صنع من نفس مادة السلك آخر طوله ضعف طول الأول وقطره = نصف قطر الأول فإن مقاومة السلك الثاني .... (R / 2R / 8R / 0.5R)

(٣٠) سلكان من نفس المعدن ، الأول مقاومته R و الثاني طوله ضعف طول الأول ومساحة مقطعه نصف مساحة مقطع الأول فإن مقاومة الثاني تساوى .... (4R – 2R – R – $\frac{R}{4}$)

(٣١) النسبة بين مقاومة مصباح كهربي وهو مضاء إلى مقاومته وهو غير مضاء .... واحد (أكبر من / أصغر من / تساوي)

(٣٢) الجدول المقابل يوضح قيم مختلفة لأطوال ومساحات مقطع ومقاومات نوعية لأسلاك مصنوعة من مواد مختلفة :

السلك	طول السلك ℓ (m)	مساحة المقطع A(cm^2)	المقاومة النوعية $\rho_e \times 10^{-4}$ (Ω.m)
(أ)	10	0.1	0.05
(ب)	5	0.5	0.25
(جـ)	5	0.1	0.5
(د)	0.5	0.5	0.005

١- مقاومة السلك .... = 0.005 Ω

٢- السلك .... يمر به تيار كهربى شدته 2A عنما يكون فرق الجهد بين طرفيه يساوى 10V

٣- السلك .... فرق الجهد بين طرفيه 10V عندما يمر فيه تيار شدته 4A

٤- السلك .... يعطى كمية حرارة أكبر من باقى الأسلاك عند مرور نفس التيار .

٥- السلك .... يعطى كمية حرارة أقل من باقى الأسلاك عند توصيل كل منهما بنفس فرق الجهد .

(٣٣) أى من الأشكال التالية يعبر عن العلاقة بين التوصيلية الكهربية لمادة موصل ومساحة مقطعه ؟

σ (Ω^{-1}.m^{-1}) — A(m^2) (أ)

σ (Ω^{-1}.m^{-1}) — A(m^2) (ب)

σ (Ω^{-1}.m^{-1}) — A(m^2) (جـ)

σ (Ω^{-1}.m^{-1}) — A(m^2) (د)

(٣٤) سلك مقاومته 10Ω متصل بمصدر جهده 20V فإذا وصل بمصدر آخر جهده 5V فإن مقاومته تصبح .... أوم
(20 / 10 / 5 / 2.5)

(٣٥) موصل منتظم المقطع طوله 20 m ومقاومته 108 Ω وموصل آخر من نفس نوع مادة الموصل الأول طوله 5 m ومساحة مقطعه ثلاثة أمثال مساحة مقطع الموصل الأول فإن مقاومة الموصل الثانى تساوى ...... (9Ω / 27Ω / 84Ω)

(٣٦) حاصل ضرب المقاومة النوعية لمادة × التوصيلية الكهربية لها .... واحد (أكبر من – أقل من – يساوى)

****

س ٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) شدة التيار المار في موصل = 0.3 A

(٢) فرق الجهد بين طرفى موصل = 5 V

(٣) المقاومة الكلية لموصل = 200 Ω

(٤) شدة التيار المار فى موصل مقاومته 3Ω تساوى 4A

(٥) المقاومة النوعية للنحاس = 1.8×10^{-8} Ω.m

(٦) التوصيلية الكهربية لمادة موصل = $1.5\times10^{8}\ \Omega^{-1}\ m^{-1}$

(٧) مقلوب المقاومة النوعية لمادة موصل = $3\times10^{7}\ \Omega^{-1}\ m^{-1}$

(٨) الشغل المبذول لنقل واحد كولوم بين نقطتين في دائرة كهربية يساوى 5 J

(٩) سلك طوله واحد متر ومساحة مقطعة واحد متر مربع ومقاومته = 7×10^{-6} فولت / أمبير .

****

س ٤ : علل لما يأتى :

(١) لابد من بذل شغل لنقل الشحنات الكهربية من نقطة الى أخرى .

(٢) تسمح بعض المواد بتوصيل التيار الكهربى ، بينما البعض الآخر عازل للكهربية .

(٣) تزداد مقاومة موصل بزيادة طوله .

(٤) مضاعفة نصف قطر سلك من النحاس يؤدى الى نقصان مقاومته الكهربية الى الربع .

(٥) عند تشكيل موصل على هيئة متوازى مستطيلات تختلف مقاومة أضلاعه بينما عند تشكيل نفس الموصل على هيئة مكعب تتساوى مقاومة أضلاعه .

(٦) تزداد مقاومة الموصل بارتفاع درجة الحرارة .

(٧) تختلف المقاومة النوعية من مادة لأخرى .

- المقاومة النوعية لمادة موصل خاصية فيزيائية مميزة لها .

(٨) التوصيلية الكهربية لمادة موصل خاصية فيزيائية مميزة لها .

(٩) معامل التوصيل الكهربى للنحاس كبير .

(١٠) يفضل استخدام أسلاك من النحاس في التوصيلات الكهربية .

- معامل التوصيل الكهربى للنحاس كبير .

****

س ٥ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) التيار الكهربى
(٢) الاتجاه التقليدى للتيار الكهربى
(٣) الاتجاه الفعلى للتيار الكهربى
(٤) شدة التيار الكهربى
(٥) قانون أوم .
(٦) الأمبير
(٧) الكولوم
(٨) فرق الجهد الكهربى بين نقطتين
(٩) الفولت
(١٠) مقاومة موصل
(١١) الأوم
(١٢) المقاومة النوعية لموصل
(١٣) التوصيلية الكهربية لموصل

****

س ٦ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى :

(١) مقاومة موصل .
(٢) المقاومة النوعية لموصل .
(٣) التوصيلية الكهربية لمادة موصل .
(٤) شدة التيار المار في موصل .

****

س ٧ : ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى :

(١) زيادة كمية الشحنة الكهربية المارة عبر مقطع موصل في الثانية بالنسبة لشدة التيار المار فيه .
(٢) زيادة شدة التيار المار في موصل بالنسبة لفرق الجهد بين طرفيه والقدرة المستنفذة .
(٣) ✍ زيادة شدة التيار المار في موصل للضعف بالنسبة لقيمة مقاومته .
(٤) ✍ زيادة طول موصل الى الضعف مع إنقاص قطره الى النصف .
(٥) ضرب المقاومة النوعية في التوصيلية الكهربية لها .

****

س ٨ : قارن بين كل من :

(١) ✍ الأميتر والفولتميتر (من حيث : الاستخدام – طريقة التوصيل في الدائرة الكهربية) .
(٢) ✍ المقاومة والمقاومة النوعية (من حيث : وحدات القياس)
(٣) المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية (من حيث : التعريف – القانون المستخدم – وحدة القياس)

****

س ٩ : ماذا يحدث فى الحالات الآتية للمقاومة الكهربية والمقاومة النوعية :

(١) سحب السلك المعدني بإنتظام فقلت مساحة مقطعه للثلث .
(٢) ثني السلك المعدني (الغير معزول) من منتصفه ووصل بالدائرة .
(٣) قل طول الموصل للنصف وزادت مساحة المقطع أربعة أمثال .
(٤) زيادة شدة التيار المار في الموصل ثلاث أمثال .
(٥) زيادة مساحة مقطع موصل الى الضعف ونقص طوله الى النصف .
(٦) ارتفاع درجة حرارة موصل .
(٧) زيادة طول موصل .
(٨) نقص نصف قطر السلك للنصف ونقص طوله للنصف .
(٩) زيادة مساحة مقطع موصل ثلاث أمثال ونقص طوله الى الثلث .

****

س ١٠ : أسئلة متنوعة :

١- وجدت إحدى الطالبات جهازًا يشبه المقاومة وعندما وصلته مع بطارية قوتها الدافعة الكهربية 1.5 V مر بالجهاز تيار شدته 45 μA ، ولكن عندما وصلته ببطارية قوتها الدافعة الكهربية 3 V مر به تيار شدته 25 mA ، هل يخضع هذا الجهاز لقانون أوم ؟

****

٢- اذكر العلاقة الرياضية المستخدمة فى إيجاد كل مما يأتى مع كتابة وحدة القياس المستخدمة

(أ) المقاومة النوعية لمادة . (ب) ✍ التوصيلية الكهربية لمادة . (جـ) المقاومة الكهربية .

****

٣- ✍ ما هى العوامل التى تؤثر فى مقاومة موصل ؟ استنتج رياضيًا العلاقة بين هذه العوامل .

****

٤- اذكر الكميات الفيزيائية التى تقاس بكل من الوحدات الآتية واستخراج الوحدات المكافئة منها :

(١) كولوم
(٢) ✍ كولوم / ثانية
(٣) ✍ أمبير . ثانية
(٤) ✍ جول . كولوم$^{-1}$
(٥) فولت . أمبير$^{-1}$
(٦) أوم . متر
(٧) أوم$^{-1}$. متر$^{-1}$
(٨) جول / ثانية
(٩) فولت . كولوم
(١٠) وات . ثانية
(١١) فولت . ثانية . أوم$^{-1}$
(١٢) ✍ جول/ أوم . كولوم
(١٣) فولت . أمبير
(١٤) ✍ فولت

****

٥ - الجدول المقابل يبين مواصفات ثلاثة موصلات معدنية مصنوعة من مواد مختلفة (Z,Y,X) ولها نفس مساحة المقطع ، استنتج :

- النسبة بين $\sigma_X : \sigma_Y : \sigma_Z$ حيث σ هى التوصيلية الكهربية .
- أى هذه المواد أكبر توصيلية كهربية .

مقاومة موصل	طول الموصل	الموصل
1 Ω	2 m	X
4 Ω	3 m	Y
6 Ω	3 m	Z

****

٦- **الشكل المقابل :** يمثل العلاقة البيانية بين المقاومة الكهربية R والطول ℓ لمجموعة أسلاك من مادتين مختلفتين B , A لهما نفس مساحة المقطع :

(أ) أى من المادتين ذات مقاومة نوعية أكبر ؟ ولماذا ؟

(ب) إذا وصل سلكان أحدهما من المادة A والأخر من المادة B لهما نفس الطول على التوازى بدائرة كهربية فأيهما يمر به تيار أكبر ؟ ولماذا ؟

****

٧- **الرسم المقابل :**

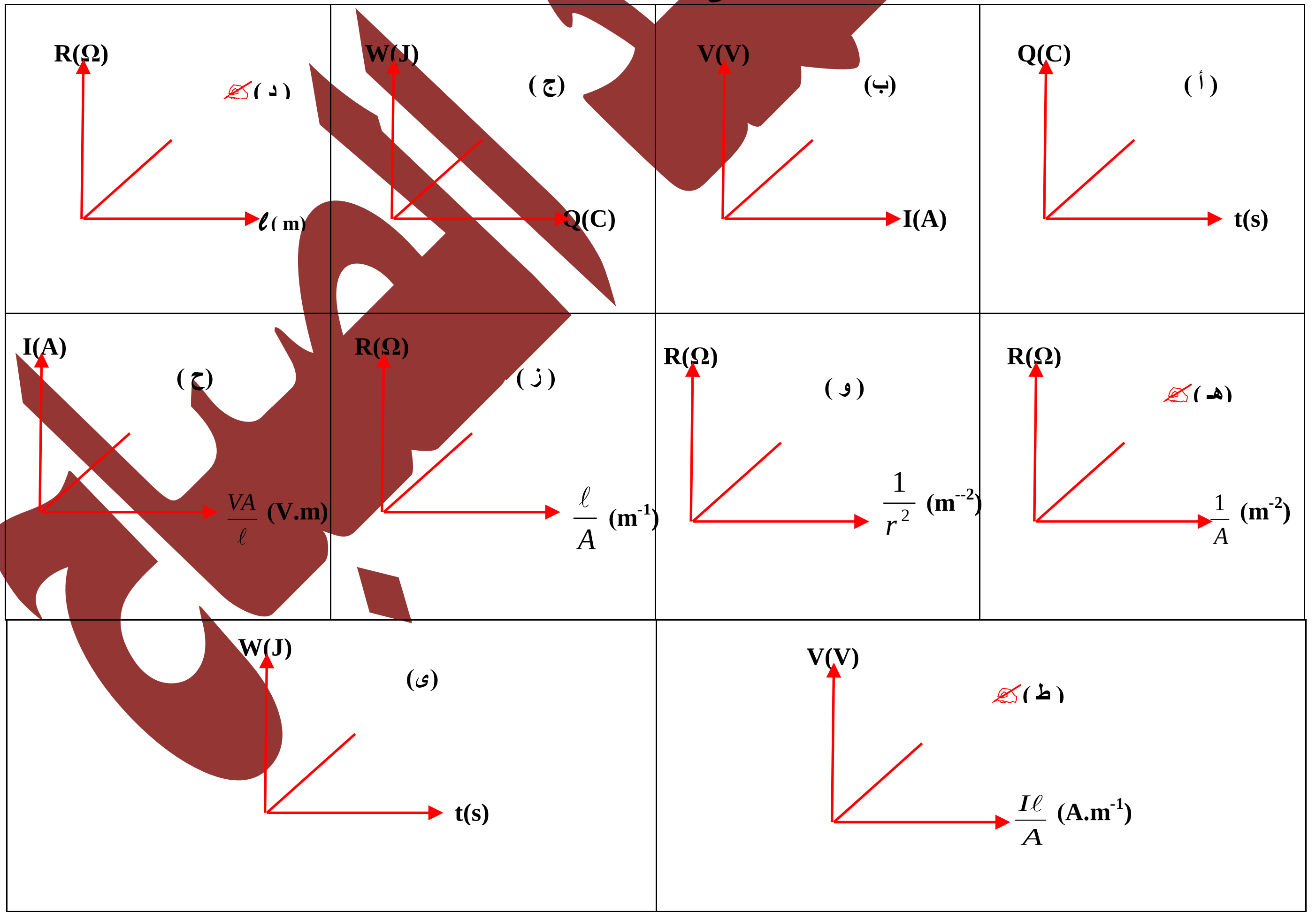
يوضح العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار الكهربى لموصلين B , A من نفس المادة ولهما نفس الطول عند ثبوت درجة الحرارة :

(أ) أيهما أكبر مقاومة ؟ ولماذا ؟

(ب) أيهما ذو مساحة مقطع أكبر ؟ ولماذا ؟

****

٩- **اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل لكل مما يأتى :**



" حيث Q) كمية الكهربية ، (t) الزمن ، (V) فرق الجهد ، (I) شدة التيار ، (R) مقاومة الموصل ، (ℓ) طول الموصل ، (A) مساحة مقطع الموصل ، (r) نصف قطر الموصل ، (W) الشغل "

****

س ١١ : المسائل :

(١) تيار شدته 5mA يمر في سلك ، احسب كمية الكهربية التي تمر عبر مقطع معين من السلك في زمن قدره 10s وإذا كان هذا التيار ناتجًا عن سريان الإلكترونات فاحسب عدد الإلكترونات المارة عبر هذا المقطع خلال تلك الفترة علمًا بأن شحنة الإلكترون 1.6×10^{-19}C
[0.05 C , 3.125×10^{17} electrons]

****

(٢) احسب عدد الإلكترونات التى تمر فى الثانية الواحدة بمقطع فتيلة مصباح كهربى قدرته 75 Watt إذا كان فرق الجهد الداخل الى المنزل 220 V .
[2.13×10^{18} electrons]

****

(٣) احسب عدد الإلكترونات المارة خلال ربع ساعة فى موصل مقاومته 12 Ω يتصل بطرفى بطارية ق.د.ك لها تساوى 6 V
[4.6875×10^{19} e]

****

(٤) موصل من النحاس يدور حول نواة ذرة الهيدروجين بمعدل 5×10^{15} دورة /ثانية . احب شدة التيار الناتج عن حركة الإلكترون .
[8×10^{-4} A]

****

(٥) إذا كان الشغل المبذول لنقل كمية من الكهربية قدرها 5 C خلال 1 s بين نقطتين فى موصل هو 100 J احسب :
❶ فرق الجهد بين النقطتين . ❷ شدة التيار المار . ❸ عدد الإلكترونات المارة خلال 2 s
[20 V , 5 A , 6.25×10^{19}e]

****

(٦) يمر 12.5×10^{18} الكترون في الثانية عبر مقطع سلك مساحته 3×10^{-7} m^2 وطوله 30m احسب المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية لمادة هذا السلك اذا علمت أن فرق الجهد بين طرفي السلك 5V .
[2.5×10^{-8}Ω.m – 0.4×10^{8} $Ω^{-1}$/m]

****

(٧) سلكان من معدن موصل الأول مقاومته R ويمر به 10^{20} إلكترون فى الثانية والثاني مقاومته 2R ويمر به 2×10^{20} إلكترون فى الثانية . اوجد النسبة بين القدرة المستهلكة فى السلك الأول الى القدرة المستهلكة فى السلك الثانى .
[$\frac{1}{8}$]

****

(٨) سلك مقاومته النوعية 3.14×10^{-7} Ω.m وطوله 200 m فإذا كان هذا السلك يسمح بمرور 2×10^{19} إلكترون خلال الثانية الواحدة عند توصيله بمصدر 64 V احسب نصف قطر السلك . (علمًا بأن $\pi = 3.14$, $e = 1.6\times10^{-19}$ C) .
[10^{-3} m]

****

(٩) سلك من مادة موصلة مقاومتها النوعية 1.7×10^{-8} Ω.m وطوله 2m يستهلك قدرة مقدارها 1W إذا مر به تيار شدته 10 A ، احسب : ❶ مساحة مقطعه .
[3.4×10^{-6} m^2]
❷ الطاقة التى يستهلكها خلال دقيقة إذا تم تسليط جهد مقداره 5V بين طرفيه .
[1.5×10^{5} J]

****

(١٠) سلك طوله 2m ومساحة مقطعه 4×10^{-6} m^2 فإذا كان فرق الجهد بين طرفى السلك 20V كانت القدرة المستهلكة فيه 10 W احسب ❶ المقاومة النوعية لمادته .
[8×10^{-5} Ω.m]
❷ عدد الإلكترونات التى تمر عبر مقطع منه خلال دقيقة .
[1.875×10^{20} electron]

****

(١١) سلك مقاومته 6Ω وفرق الجهد بين طرفيه 30V احسب مقدار الشحنة الكهربية التي تمر في السلك في دقيقة ونصف .
[450 C]

****

(١٢) احسب مقاومة سلك من النحاس طوله 2m وقطره 8mm إذا كانت المقاومة النوعية للنحاس 1.756×10^{-8} Ω.m
[6.96×10^{-4} Ω]

****

(١٣) سلك طوله 60 cm ونصف قطر مقطعه 0.1 mm ويمر به تيار كهربى شدته 0.5 A عندما كان فرق الجهد بين طرفيه 2 V فاحسب المقاومة النوعية لمادة السلك وكذلك التوصيلية الكهربية لمادته .
[4.78×10^{6} $Ω^{-1}$ .m^{-1} , 2.09×10^{-7} Ω.m]

(١٤) سلك من النحاس طوله 30m ومساحة مقطعه $0.33\times10^{-6}m^2$ ومقاومته النوعية $1.79\times10^{-8}\Omega.m$ احسب مقاومته .
[1.627Ω]

****

(١٥) سلك طوله 2 m وكثافة مادته $7000\ kg/m^3$ فإذا كانت مقاومته 2Ω ومقاومته النوعية $10^{-6}\ \Omega.m$ احسب كتلته .
[0.014 kg]

****

(١٦) سلك من معدن حجمه $2\times10^{-4}\ m^3$ ومساحة مقطعه $4\times10^{-5}\ m^2$ ومقاومته 1.25 Ω احسب توصيليته الكهربية .
[$10^5\ \Omega^{-1}.m^{-1}$]

****

(١٧) سلك من النحاس طوله 30m ومساحة مقطعه $2\times10^{-6}m^2$ عندما مر به تيار كهربي أصبح فرق الجهد بين طرفيه 3V احسب شدة التيار الكهربي المار علما بأن المقاومة النوعية للنحاس $1.79\times10^{-8}\Omega.m$
[11.17A]

****

(١٨) سلك طوله 30m ومساحة مقطعه $0.3cm^2$ وصل فى دائرة مغلقة مع مصدر تيار مستمر وأميتر مقاومته مهملة فإذا كانت شدة التيار المار في السلك 2A وفرق الجهد بين طرفيه 0.8V احسب التوصيلية الكهربية للسلك
[$25\times10^5\Omega^{-1}.m^{-1}$]

****

(١٩) قضيب من الحديد طوله 40cm مقطعه مربع طوله ضلعه 2cm والتوصيلية الكهربية للحديد 10^7 سيمون .م^-١ احسب مقاومته ؟ وهل توجد له مقاومة أخرى في نفس درجة الحرارة وما هي ؟
[$10^{-4}\Omega$, $2.5\times10^{-7}\Omega$]

****

(٢٠) سلك مقاومة المتر منه 35 Ω يراد استخدامه في عمل سخان للحصول على طاقة حرارية 25200 joule في الدقيقة أوجد طول السلك اللازم إذا كان فرق الجهد 210 V
[3m]

****

(٢١) خيط من الزئبق طوله عند 0°C = 106.3cm ومساحة مقطعه $1mm^2$ وجد أن المقاومة الكهربية لهذا الخيط 1Ω احسب المقاومة النوعية للزئبق وكذلك التوصيلية الكهربية له.
[$106.3\times10^4\ \Omega^{-1}.m^{-1}$ ، $94\times10^{-8}\ \Omega.m$]

****

(٢٢) موصل من النحاس يحمل تيارًا شدته 1200A وفرق الجهد على جزء منه طوله 24 cm يساوى 1.2 V ، فاحسب المقاومة لكل متر من الموصل .
[$4.167\times10^{-3}\ \Omega/m$]

****

(٢٣) مصباح كهربي مكتوب عليه 220V ، 100W احسب:
❶ شدة التيار المار عند تشغيله **[0.45A]**
❷ مقاومة فتيل المصباح **[484Ω]**
❸ الطاقة المستنفدة خلال 10min **[6×10^4J]**

****

(٢٤) سلك معدني معزول قطر معدنه 0.1mm مصنوع من سبيكة مقاومتها النوعية $5\times10^{-7}\Omega.m$ احسب التوصيلية الكهربية لمادة هذا السلك ، و ما هو طول السلك اللازم لصنع مقاومة كهربية مقدارها 200Ω علما بأن (π =3.14) .
[$2\times10^6\ \Omega.m$, 3.14 m]

****

(٢٥) سلك منتظم المقطع طوله 1.25m ومساحة مقطعه $5\times10^{-4}\ cm^2$ والمقاومة النوعية لمادته $4\times10^{-7}\ \Omega.m$ أدخل ضمن دائرة فمر به تيار شدته 2A وصل فولتميتر بطرفي السلك فكانت قراءته 20.5 V فهل هناك خطأ في قراءته أم لا .
[نعم]

****

(٢٦) سلك طوله 2 m ومساحه مقطعه $0.2\ cm^2$ يمر فيه تيار كهربى شدته 1.5A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 7.5V أحسب التوصيلية الكهربية لمادته .
[$2\times10^4\ \Omega^{-1}.m^{-1}$]

****

(٢٧) صنع طالب مقاومة من سلك ذى طول معين ثم صنع أخرى باستخدام سلك من نفس المادة وكان قطره يساوى نصف قطر السلك الاول ، وطوله ضعف طول السلك الأول ، احسب النسبة بين مقاومة السلك الثانى الى مقاومة السلك الأول .
[8 : 1]

****

(٢٨) سلكان من مادتين مختلفتين طول الأول ضعف طول الثاني ونصف قطر الأول ضعف نصف قطر الثاني ومقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني أوجد النسبة بين المقاومتين النوعيتين لهاتين المادتين $[\frac{2}{1}]$

****

(٢٩) سلكان من النحاس طول أحدهما 10 m وكتلته 100 gram وطول الآخر 40 m وكتلته 200 gram قارن بين مقاومتيهما . $[\frac{1}{8}]$

****

(٣٠) موصلان a , b مصنوعان من نفس المادة ولهما نفس الطول فاذا كان الموصل a عبارة عن انبوبة مصمته من الصلب نصف قطرها 1mm بينما الموصل b عبارة عن انبوبة مجوفة نصف قطرها الداخلى 1mm ونصف قطرها الخارجى 2mm احسب النسبة بين المقاومتين . **[3 : 1]**

****

(٣١) إذا علم أن المقاومة النوعية للألومنيوم ضعف المقاومة النوعية للنحاس وأن كثافة الألومنيوم ثلث كثافة النحاس ، أوجد النسبة بين كتلتي موصلين متساويين في الطول والمقاومة أحدهما من الألومنيوم والآخر من النحاس $[\frac{2}{3}]$

****

(٣٢) سلك مقاومته 200Ω احسب مقاومة سلك من نفس المادة طوله ضعف طول السلك الأول ومساحة مقطعه ضعف مساحة مقطع السلك الأول **[200Ω]**

****

(٣٣) لديك سلكان A ، B من نفس المادة طول السلك A ضعف طول السلك B فإذا كانت النسبة بين مقاومة السلك A إلى مقاومة السلك B تساوي 8 ونصف قطر السلك A يساوي 4mm احسب مساحة مقطع السلك B **[2.01×10^{-4} m^2]**

****

(٣٤) مكعب من مادة موصلة طول ضلعه 10cm تم إعادة تشكيله ليصبح سلك مقاومته 20Ω فإذا كانت المقاومة النوعية لمادة المكعب هي 1×10^{-7}Ω.m احسب طول السلك ونصف قطره . **[447.21 m , 8.44×10^{-4} m]**

****

(٣٥) سحب سلك مقاومته 6 Ω بانتظام حتى أصبح طوله ثلاث أمثال طوله الأصلي ، احسب مقاومة السلك الأطول **[54Ω]**

****

(٣٦) سلك من الفضة الألمانية طوله 50m ومساحة مقطعه 0.05cm^2 ومقاومته 10Ω فكم تكون مقاومة سلك آخر من نفس المادة طوله 20m ومساحة مقطعه 4mm^2 **[5 Ω]**

****

(٣٧) قضيب أسطواني من مادة أعيد تشكيله حيث تم سحبه فأصبح طوله أربعة أمثال طوله الأصلي فكم تصبح مقاومته . **[$R_2 = 16R_1$]**

****

(٣٨) سلكان من مادة واحدة طول الأول خمسة أمثال طول الثاني وقطر الأول ضعف قطر الثاني وكانت مقاومة الأول 30Ω فاحسب مقاومة السلك الثاني **[24Ω]**

****

(٣٩) قضيب اسطواني من النحاس أعيد تشكيله بحيث أصبح طوله ثلاثة أمثال طوله الأصلي فكم تصبح مقاومته. **[$R_2 = 9R_1$]**

****

(٤٠) سلك من الفضة طوله 1 m ومقاومته 2 Ω . كم تصبح مقاومته إذا صهر وأعيد سحبه بحيث يصبح طوله 5 m **[50 Ω]**

****

(٤١) سلك موصل مساحة مقطعه 7.59×10^{-3} cm^2 والتوصيلية الكهربية لمادته 3.2×10^{6} $Ω^{-1}$ .m^{-1} ، احسب المقاومة النوعية لمادة هذا السلك ، ثم احسب مقاومته إذا كان طوله 24.3 cm **[0.1 Ω - 3.125×10^{-7} Ω.m]**

****

(٤٢) خط من خطوط نقل الكهرباء طوله 5km وقطره 0.64mm احسب مقاومته علما بأن مقاومته النوعية 1.79×10^{-8}Ω.m **[278 Ω]**

****

(٤٣) 📖 تتصل محطة لتوليد الكهرباء بمصنع يبعد عنها مسافة 2.5km بسلكين فإذا كان فرق الجهد بين طرفي السلكين عند المحطة 240V وبين الطرفين عند المصنع 220V وكان المصنع يستخدم تيارا شدته 80A احسب :

❶ مقاومة المتر الواحد من السلك [$5\times10^{-5}\Omega$]

❷ نصف قطر السلك إذا علمت أن المقاومة النوعية لمادة السلك $1.57\times10^{-8}\Omega.m$ [0.01m]

****

(٤٤) مصنع يبعد 10 km عن محطة توليد الكهرباء ويتصل بها سلكين ، فإذا كانت المقاومة النوعية لمادة السلك 10^{-7} Ω.m ومساحة مقطع السلك $1\ cm^2$. احسب فرق الجهد المستنفذ فى الأسلاك إذا كانت شدة التيار المار فى السلك 5 A ، ثم احسب فرق الجهد عند المصنع إذا كان فرق الجهد عند المحطة 10^3 V [900 V – 100 V]

****

(٤٥) ✍ الجدول الآتي يوضح العلاقة بين طول سلك (ℓ) مساحة مقطعه $0.1\ cm^2$ ومقاومته(R) :

المقاومة (R) بالأوم	2.5	5	7.5	10	15
طول السلك (ℓ) بالمتر	5	10	15	20	30

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين طول السلك (ℓ) على محور السينات ، و المقاومة (R) على محور الصادات .

(ب)من الرسم البيانى اوجد :

١- المقاومة النوعية لمادة السلك . [5×10^{-6} Ω.m]

٢- مقاومة السلك الذى طوله 25 m [12.5 Ω]

****

(٤٦) الجدول الآتي يوضح العلاقة بين طول سلك (ℓ) مساحة مقطعه $0.2\ cm^2$ ومقاومته(R) :

المقاومة (R) بالأوم	0.5	1	1.5	2.5	3.75	5
طول السلك (ℓ) بالمتر	2	4	X	10	15	20

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين طول السلك (ℓ) على محور الأفقي ، و المقاومة (R) على محور الرأسي .

(ب)من الرسم اوجد :

١- قيمة X [6 m]

٢- التوصيلية الكهربية لمادة السلك . [$2\times10^{5}\ \Omega^{-1}.m^{-1}$]

٣- مقاومة السلك الذى طوله 18 m [4.5 Ω]

****

(٤٧) ✍ عينت المقاومة الأومية لعدد من أسلاك من معدن طول كل منها 12m ومختلفة في مساحة المقطع وقد تم الحصول على النتائج الآتية:

R (Ω)	6	7.5	10	15	23	30
$\frac{1}{A}\times10^{6}\ (m^{-2})$	2	2.5	3.3	5	7.7	10

❶ ارسم علاقة بيانية بين مقاومة السلك على المحور الرأسي ومقلوب مساحة المقطع على المحور الأفقي:

❷ من الرسم أوجد:

a. مقاومة سلك من نفس المادة وله نفس الطول مساحة مقطعه $0.0025cm^2$ [12 Ω]

b. المقاومة النوعية لمادة السلك [2.5×10^{-7} Ω.m]

****

(٤٨) 📋 أجريت تجربة على سلك من النيكروم لمعرفة ما إذا كان يخضع لقانون أوم فكانت النتائج كما بالجدول التالي:

I(A)	0.5	1	2	4
V(V)	2.18	4.36	8.72	17.44

أ) ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار المار في السلك I وفرق الجهد بين طرفيه V

ب) من الرسم :

i. هل تحقق النتائج المسجلة قانون أوم؟

ii. ما مقدار مقاومة السلك [4.36Ω]

ج) احسب المقاومة النوعية لمادة النيكروم إذا علمت أن مقاومة سلك منه طوله 20m ومساحة مقطعه $1mm^2$ هي $2\times10^{-5}\Omega$ [$10^{-12}\Omega^{-1}.m^{-1}$]

د) احسب التوصيلية الكهربية لمادة النيكروم [$10^{12}\Omega^{-1}.m^{-1}$]

****

(٤٩) سلك طوله 4m ومساحة مقطعه $0.01mm^2$ أدمج في دائرة كهربية لتحقيق قانون أوم وأخذت القراءات الآتية :

فرق الجهد(فولت)	3	6	9	12	15
شدة التيار (مللى أمبير)	150	300	450	600	750

ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار (I) على المحور السيني وفرق الجهد على المحور الصادي ومن الرسم أوجد

❶ مقاومة السلك [20 Ω]

❷ شدة التيار فى المقاومة عندما يكون فرق الجهد بين طرفيها 10V . [0.5 A]

❸ التوصيلية الكهربية لمادته [$2 \times 10^{7}\ \Omega^{-1}\ m^{-1}$]

****

(٥٠) سلك طوله 10m ومساحة مقطعه $1mm^2$ أدخل في دائرة تتكون من بطارية وأميتر و ريوستات ومفتاح موصلة معا على التوالي ووصل بين طرفي السلك فولتميتر على التوازي وبتغيير مقاومة الريوستات سجلت النتائج الآتية:

شدة التيار بالأمبير	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
فرق الجهد بالمللي فولت	200	300	400	X	600	700	800

ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار وفرق الجهد ومن الرسم أوجد:

١- قيمة فرق الجهد X من الرسم [500mV]

٢- مقاومة السلك [0.2Ω]

٣- المقاومة النوعية لمادة السلك [$2\times 10^{-8}\Omega.m$]

****



الدرس الثانى

تـوصـيـل المـقـاومـات

وجه المقارنة	توصيل المقاومات على التوالي	توصيل المقاومات على التوازي
شكل التوصيل في الدائرة	R_1 R_2 R_3 A V_1 V_2 V_3 V أميتر A بطارية مفتاح ريوستات	A_1 R_1 V_1 I_1 I_2 A_2 R_2 V_2 I_3 A_3 R_3 V_3 V أميتر بطارية مفتاح ريوستات
طريقة التوصيل	توصل المقاومات في دائرة كهربية تتكون من بطارية وأميتر وفولتميتر وريوستات ومفتاح كما هو موضح بالشكل اعلاه . و يكون هناك مسار واحد فقط أمام التيار (خط واحد) .	توصل المقاومات فى دائرة كهربية تتكون من بطارية وأميتر وفولتميتر وريوستات ومفتاح كما هو موضح بالشكل اعلاه . و يكون هناك أكثر من مسار أمام التيار (أكثر من خط) .
السبب العلمى	المقاومة تتناسب طرديا مع الطول و يزداد طول المسار أمام التيار.	المقاومة تتناسب عكسياً مع المساحة و تزداد المساحة أمام التيار.
الغرض منه	الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة من المقاومات الصغيرة تكون أكبر من أكبر مقاومة. حيث تعتبر المقاومات بمثابة ممر متصل للتيار الكهربى .	الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة من المقاومات الكبيرة تكون أصغر من أصغر مقاومة فى المجموعة .
المميزات: شدة التيار الكهربي	متساوي في جميع المقاومات لا تتجزأ $I = I_1 = I_2 = I_3$	عند توصيل المقومات بين نفس النقطتين سيمر بها التيار فى آن واحد و يتجزأ التيار بعكس نسب المقاومات $(I_{الكلي} = I_1 + I_2 + I_3 + ...)$
المميزات: فرق الجهد	يختلف فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة (يُقسم فرق الجهد بين طرفى المجموعة على مقاومات المجموعة بنفس نسبها نظرًا لثبات تيارها) $(V'_{الكلية} = V_1 + V_2 + V_3 + ...)$	يتساوى فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة $V = V_1 = V_2 = V_3$
حساب المقاومة المكافئة (R')	من قانون أوم : $V_1 = IR_1 \quad , \quad V_2 = IR_2 \quad , V = IR_3$ وبما أن $V = V_1 + V_2 + V_3$ إذا $IR' = IR_1 + IR_2 + IR_3$ $R' = R_1 + R_2 + R_3 + ...$ ◈ لعدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R $R' = NR$ ◈ لمقاومتين مختلفتين فقط $R_{eq} = R_1 + R_2$ ◈ لمقاومتين متساويتين تزداد للضعف	من قانون أوم $I_1 = \frac{V}{R_1} \quad , \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \quad , \quad I_3 = \frac{V}{R_3}$ $I_{كلى} = I_1 + I_2 + I_3$ $\therefore \frac{V}{R'} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$ $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ...$ ◈ لعدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R $R' = \frac{R}{N}$ ◈ لمقاومتين مختلفتين فقط $R' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ ◈ لمقاومتين متساويتين تقل للنصف

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	تـزداد القـدرة المسـحوبة مـن مصـدر كهربـي إذا وصلت مقاومة على التوازي مع مقاومة أخرى في دائرة المصدر .	لأن توصـيل المقاومـة علـى التـوازي يقلـل قيمـة المقاومـة الكليـة وبالتـالي تـزداد شـدة التيـار فتـزداد القـدرة المسـحوبة لأن $P_w = VI$.
٢	توصل الأجهزة الكهربية فى المنازل على التوازى .	حتى يعمل كل جهاز على فرق جهد المصدر الكهربى وبالتالى يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده فإذا تلف أى جهاز لا يؤثر على الأجهزة الأخرى ، كما أن المقاومة المكافئة لها جميعًا تصبح صغيرة جدًا فلا تضعف شدة التيار .
٣	فى الدوائر الكهربية المتصلة على التوازى تستخدم أسلاك سميكة عند طرفي البطارية بينما تستخدم أسلاك أقل سمكاً عند طرفي كل مقاومة فى الدائـرة .	لأن شدة التيار فى دائرة التوازى تكون أكبر ما يمكن عند مدخل ومخرج التيار (أي عند قطبي البطارية) لذلك تستخدم أسلاك سميكة لها مقاومة اقل فلا تؤثر فى شدة التيار بينما يتجزأ التيار فى كل مقاومة على حدة .
٤	تزداد مقاومة موصل بزيادة طوله	لأنه يمكن اعتبار السلك الطويل كما لو كان مكون من عدة مقاومـات متصـلة علـى التـوالى وأيضـا المقاومـة تتناسـب تناسبا طرديا مـع طـول السـلك عنـد ثبـوت بـاقى العوامـل $R \propto L$
٥	تقل مقاومة موصل عند زيادة مساحة مقطعه	لأن المقاومة تتناسب عكسيًا مع مساحة مقطع السلك عند ثبوت باقى العوامل $R \propto \frac{1}{A}$ ويمكن اعتبار السلك السميك كما لو كان مكون من عدة مقاومات متصلة على التوازى
٦	الكابل الكهربى تكون مقاومته صغيره .	لان الكابل عبارة عن مجموعه من أسلاك النحاس مغلفة بمادة عازلة وتتميز بالاتي :- ١ ـ النحـاس مقاومتـه النوعيـة صـغيرة لـذا تكـون مقاومـة الكابل صغيرة . ٢ ـ تكـون مجموعـة أسـلاك الكابـل متصـلة علـى التـوازى فتكون مقاومتها صغيرة . ٣ ـ تكون مساحة مقطع الكابل كبيرة لذا تكون المقاومة صغيرة .

ما معنى قولنا أن : **المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات = ٥٠ أوم .**

معنى ذلك أن قيمة المقاومة الواحدة التي تؤدي وظيفة مجموعة المقاومات كلها بحيث لا يتغير أي من شدة التيار الكلي وفرق الجهد = ٥٠ أوم .

ملاحظات هامة لحل المسائل

للتعرف على طريقة توصيل المقاومات في المسألة على التوالي أم التوازي نقوم بالآتي:

١ ـ ◈☜ إذا كان التيار قيمته متساوية (ثابتة) فإن المقاومات تكون متصلة على التوالي .

٢ـ ◈☜ إذا كان فرق الجهد قيمته متغيرة فإن المقاومات تكون متصلة على التوالي .

٣ ـ ◈☜ عند إتصال مقاومتين على التوازى فإن الجزء الأكبر من التيار يمر فى المقاومة الأصغر .

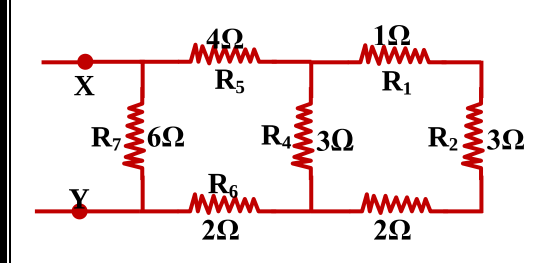
نسب توزيع التيار على المقاومات تكون عكس نسب المقاومات $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2}$

٤ ـ ◈☜ لحساب شدة التيار I المار في كل مقاومة من مجموعة مقاومات متصلة على التوازي :

$$\text{شدة تيار الفرع} = \frac{\text{فرق الجهد الكلى}}{\text{مقاومة الفرع}} = \frac{V}{R}$$

أمثلة محلولة

١- أوجد المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات الموضحة بالرسم



الحل

المقاومات (R_1 , R_2 , R_3) متصلة على التوالي وكلهم على التوازي مع R_4

$R'_1 = 1 + 3 + 2 = 6\Omega$

$$R'_2 = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\Omega$$

بالمثل المقاومات (R_5 ، R'_2 ، R_6) على التوالي

$R'_3 = 4 + 2 + 2 = 8\Omega$

تصبح المقاومة (R'_3 ، R_7) على التوازي

$$R'_{الكلية} = \frac{8\times 6}{8+6} = 3.428\Omega$$

****

٢- وصلت مقاومتان على التوالي فكانت المقاومة الكلية = 25Ω وعندما وصلتا على التوازي كانت المقاومة الناتجة 6 Ω احسب قيمة كل من المقاومتين على حدة .



الحل

في حالة التوالي :

$\because R' = R_1 + R_2$

$\therefore\ 25 = R_1 + R_2$

$\therefore\ R_1 = (25 - R_2)$

في حالة التوازي:

$$\because R' = \frac{R_1\times R_2}{R_1+R_2} \Rightarrow \therefore 6 = \frac{(25-R_2)R_2}{25} \Rightarrow \therefore 150 = 25R_2 - R_2^2 \Rightarrow \therefore R_2^2 - 25R_2 + 150 = 0$$

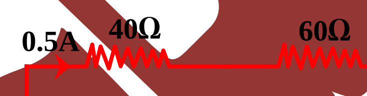
$$\therefore (R_2-10)(R_2-15) = 0 \Rightarrow \therefore R_2 = 10 or 15\Omega, \Rightarrow \therefore R_1 = 15 or 10\Omega$$

****

٣- (ث.ع ٢٠٠٩) وصلت ثلاث مقاومات (20,40,60)Ω بمصدر تيار كهربي فإذا كان فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة هو (50,20,30)V على الترتيب بين بالرسم كيفية توصيل هذه المقاومات ثم احسب المقاومة الكلية للدائرة

الحل

نحسب أولا شدة التيار المار في كل مقاومة حتى نتمكن من معرفة طريقة التوصيل



$$\because I = \frac{V}{R} \qquad \therefore I_1 = \frac{50}{20} = 2.5A \ ,\ \therefore I_2 = \frac{20}{40} = 0.5A$$

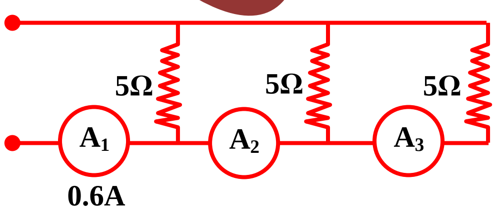
$$,\ \therefore I_3 = \frac{30}{60} = 0.5A$$

إذا سوف يكون التوصيل كما بالشكل المقابل

$$R' = \frac{R_1\times R_2}{R_1+R_2} = \frac{100\times 20}{100+20} = 16.67\Omega$$

****

٤- من الشكل المقابل احسب قراءة الأميتر A_2 ، A_3

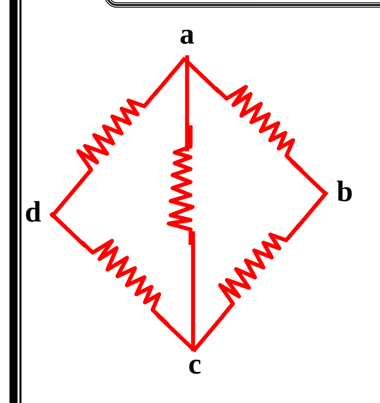


الحل

يتجزأ التيار بالتساوي في المقاومات لأنها متساوية ويصبح تيار كل مقاومة 0.2A

$\because$ A_2 يقيس تيار مقاومتين : $\therefore\ A_2 = 0.4A$

$\because$ A_3 يقيس تيار مقاومة واحدة : $\therefore\ A_3 = 0.2A$



٥- الشكل المقابل يوضح خمس مقاومات متساوية قيمة كل منها 5Ω متصلة معا في دائرة كهربية ، احسب المقاومة المكافئة لها عند توصيل مصدر كهربي بين :
أ) النقطتين a ، c ب) النقطتين b ، d ج) النقطتين a ، d



(أ) $R_{abc} = R_{adc} = 5 + 5 = 10$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_{abc}} + \frac{1}{R_{adc}} + \frac{1}{R_{ac}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \Rightarrow \therefore R' = 2.5\Omega$$

(ب) الجهد عند a يساوي الجهد عند c وبالتالي لا يمر تيار في R_{ac}

$R_{bad} = R_{bcd} = 5 + 5 = 10\ \Omega,$

$$R' = \frac{R}{N} = \frac{10}{2} = 5\Omega$$

(ج)

المقاومة المكافئة لكل من R_{abc} ، R_{ac}:

$R_{abc} = 5 + 5 = 10\Omega$

$$R' = \frac{R_{abc} \times R_{ac}}{R_{abc} + R_{ac}} = \frac{10 \times 5}{15} = 3.33\Omega$$

$R_{abcd} = 5 + 3.33 = 8.33\Omega,$

$$R' = \frac{8.33 \times 5}{8.33 + 5} = 3.125\Omega$$

****

٦- سبعة مقاومات قيمة كلاً منها R كيف يمكن توصيلهم بحيث نحصل على مقاومة مكافئة R .

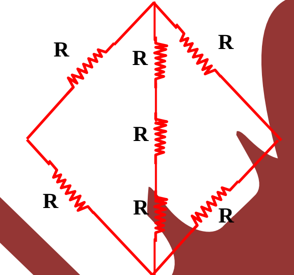


الطريقة النموذجية فى الاجابة

١- نقوم بجمع عدد المقاومات وفى هذا المثال سوف تكون ٧ اوم.

٢- للحصول على مقاومة R يتم الحصول عليها كما بالشكل .

R R R R R R R



يوجد لهذه المسالة حل أخر كما بالرسم المقابل

ملحوظة :

هذا الحل لا يتم استخدامه اذا ذكر فى المسالة انه يجب ان يمر تيار فى جميع المقاومات

****

٧- ثلاث مصابيح متماثلة وصلت مرة على التوالي ومرة أخرى على التوازي مع نفس المصدر قارن بين القدرة المستنفذة في المصابيح في الحالتين .

الحل

فى حالة التوصيل على التوازى تكون شدة التيار المار فى الدائرة

$$I = \frac{V_B}{\frac{1}{3}R} = \frac{3V_B}{R}$$

فى حالة التوصيل على التوالى تكون شدة التيار المار فى الدائرة

$$I = \frac{V_B}{3R}$$

$$\frac{P_{توازى}}{P_{توالى}} = \frac{V_B I)_{توازى}}{V_B I)_{توالى}} = \frac{V_B \times 3V_B \times 3R}{V_B \times V_B \times R} = \frac{9}{1}$$

****

٨- إذا كان سلك المنصهر في أحد المنازل لا يتحمل تيار أكبر من 5A وكان فرق الجهد 110V فما أكبر عدد من المصابيح يمكن إضاءتها دفعة واحدة دون أن يتلف سلك المنصهر علمًا بأن مقاومة كل مصباح 620Ω ومقاومة باقي أجزاء الدائرة 2Ω



يمكن الحصول على عدد المصابيح باستخدام القانون التالى

$$N_{مصابيح} = \frac{P_W)_{مصابيح}}{P_W)_{مصباح}} = \frac{I_{مصابيح}}{I_{مصباح}} = \frac{R_{مصباح}}{R_{مصابيح}}$$

$$R_{min} = \frac{V_B}{I_{max}} = \frac{110}{5} = 22\Omega$$

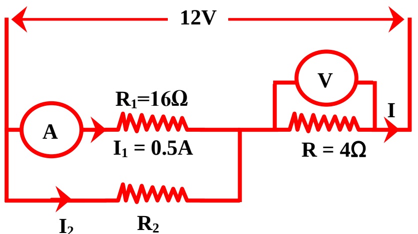
$$R_{مصابيح} = 22 - 2 = 20\Omega$$

$$N_{مصابيح} = \frac{620}{20} = 31 مصباح$$

****



٩- (ث.ع ٢٠١٠) الشكل المقابل يمثل جزء من دائرة كهربية احسب :
١- قراءة الفولتميتر V ٢- قيمة المقاومة R_2



الحل

١- قراءة الفولتميتر V

$$\because V_{كلي} = I_1 R_1 + V_{فولتميتر} \quad \Rightarrow \therefore 12 = 0.5 \times 16 + V_{فولتميتر}$$

$$\Rightarrow \therefore V_{فولتميتر} = 4V$$

٢- قيمة المقاومة R_2

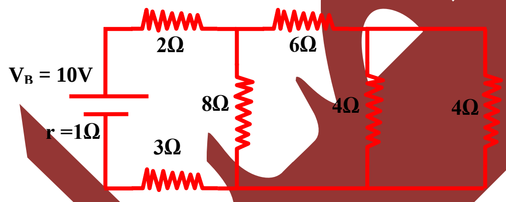
$$\because V = IR \Rightarrow \therefore 4 = 4I \Rightarrow \therefore I = 1A$$

$\because I = I_1 + I_2$, $\therefore I_2 = I - I_1$, $\therefore I_2 = 0.5A$

$\because R_1, R_2$ توازي , $\therefore I_1 R_1 = I_2 R_2$, $\therefore 0.5 \times 16 = 0.5 R_2$, $\therefore R_2 = 16\ \Omega$

****

١٠- أوجد شدة التيار المار في الدائرة الموضحة بالشكل وكذلك أوجد شدة التيار المار في كل من المقاومتين 2Ω ، 8Ω .



الحل

١- لحساب شدة التيار المار فى المقاومة 2Ω

∵ المقاومتان 4Ω ، 4Ω متصلتان على التوازي:

$$\therefore R' = \frac{R}{N} = \frac{4}{2} = 2\Omega$$

∵ المقاومتان 2Ω ، 6Ω متصلتان على التوالي :

$$\therefore R' = 2 + 6 = 8\Omega$$

∵ المقاومتان 8Ω ، 8Ω متصلتان على التوازي :

$$\therefore R' = \frac{R}{N} = \frac{8}{2} = 4\Omega$$

∵ المقاومات 4Ω ، 2Ω ، 3Ω متصلة على التوالي :

$$\therefore R'_{الكلية} = 4 + 2 + 3 = 9\ \Omega$$

∴ شدة التيار المار في الدائرة:

$$\because I = \frac{V_B}{R + r} \Rightarrow \therefore I = \frac{10}{9+1} \Rightarrow \therefore I = 1A$$

∴ التيار في المقاومة 2Ω هو تيار الدائرة = 1A

٢- لحساب شدة التيار المار فى المقاومة 8Ω

نحسب فرق الجهد بين طرفي المجموعة توازي

$$V_{توازي} = IR_{توازي} = 1 \times 4 = 4V$$

$$\because I = \frac{V}{R} \Rightarrow \therefore I = \frac{4}{8} \Rightarrow \therefore I = \frac{1}{2} A$$

$$I_{الفرعين} \times R_{الفرعين} = I_{الفرع} \times R_{الفرع}, \quad \therefore 1 \times 4 = I_{الفرع} \times 8 , \therefore I_{الفرع} = 0.5A$$

الفصل الأول — الدرس الثانى

توصيل المقاومات

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) توصيل للمقاومات الغرض منه الحصول على مقاومة كهربية كبيرة من مجموعة من المقاومات الصغيرة .

(٢) توصيل للمقاومات الغرض منه الحصول على مقاومة كهربية صغيرة من مجموعة من المقاومات الكبيرة .

(٣) الشغل الكلى اللازم لنقل وحدة الشحنات خلال الدائرة داخل وخارج العمود .

● فرق الجهد بين قطبى العمود عند انعدام شدة التيار المار فى الدائرة .

****

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١)

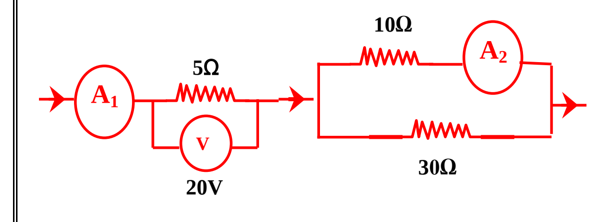
فى الدائرة الكهربية المبينة

إذا كانت قراءة الأميتر (A_1) تساوى 1.2 أمبير

فإن قراءة الأميتر (A_2) تساوى .... أمبير

(0.8 – 0.6 – 0.4 – 0.2)

(٢)



في الدائرة الموضحة

١ - قراءة الأميتر A_1 = ... أمبير

(8 – 6 – 4 – 2)

٢ - قراءة الأميتر A_2 = ... أمبير

(4 – 3 – 2 – 1)

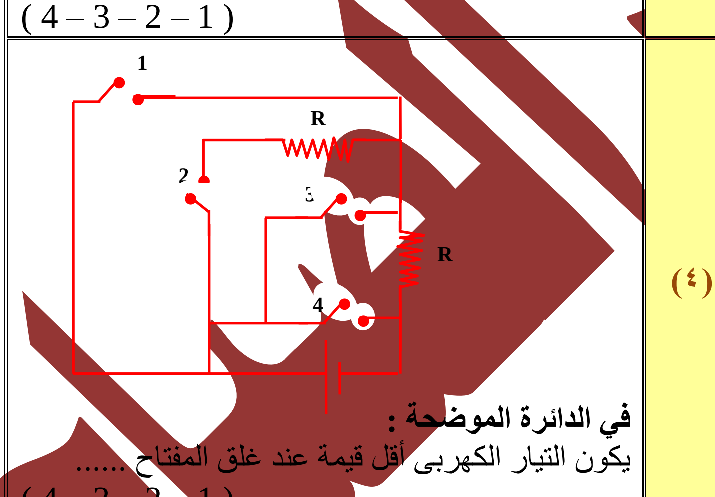
(٣)

في الدائرة الموضحة بالشكل

قيمة R تساوى ...... أوم

(60 – 40 – 20)

(٤)

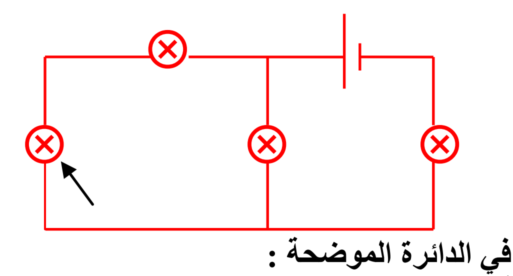


في الدائرة الموضحة :

يكون التيار الكهربى أقل قيمة عند غلق المفتاح ......

(4 – 3 – 2 – 1)

(٥)

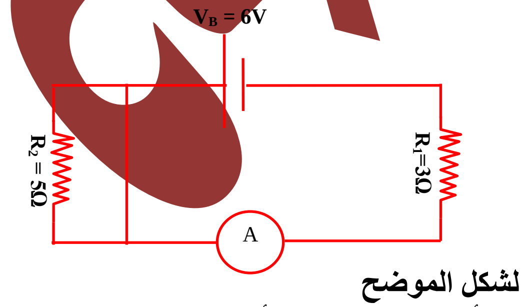


في الدائرة الموضحة :

أربع مصابيح مضاءة إذا احترق المصباح المشار إليه بالسهم فكم مصباح يظل مضاءً ؟.......

(0 – 1 – 2 – 3)

(٦)



في الشكل الموضح

قراءة الأميتر هي .... أمبير

($\frac{3}{4}$ / 2 / $\frac{1}{2}$)

(٧) في الدائرة الكهربية الموضحة :
عند غلق المفتاح فإن قراءة الأميتر ....
(تزداد – تقل – لا تتغير)

(٨) في الدائرة الموضحة بالشكل :
قراءة الأميتر تساوى .... ($\frac{I}{3}$ – $\frac{I}{2}$ – I)

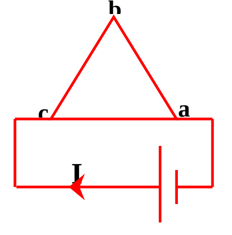
(٩) في الدائرة الكهربية الموضحة :
ثلاث مقاومات متماثلة متصلة ، عند غلق المفتاح K .....
(أ) يقل تيار R ويزيد تيار Q
(ب) يقل تيار R ويقل تيار Q
(ج) يزيد تيار R ويقل تيار Q
(د) يزيد تيار R ويزيد تيار Q

(١٠) في الدائرة الكهربية المبينة بالشكل :
إذا كانت قراءة الأميتر (A) تساوي 5A وشدة التيار المار في المقاومة (R_1) تساوي 2A فإن المقاومة (R_2) تساوي .... أوم
(6 / 4 / 2 / $\frac{1}{4}$)

(١١) في الشكل الموضح
١- عند غلق المفتاح في الاتجاه (1) يمر تيار 2A فى الأميتر فتكون قيمة المقاومة R هى ..... Ω
(2.5 – 7.5 – 5 – 30)
٢- عند غلق المفتاح فى الاتجاه (2) يمر فى الأميتر تيار .... A
(4 – 3 – 2 – 1)

(١٢) فى الشكل الموضح
إذا كانت مقاومة كل مقاومة = R فإن قيمة المقاومة المكافئة للمجموعة = ...
($\frac{R}{6}$ – $\frac{R}{2}$ – $3R$ – $6R$)

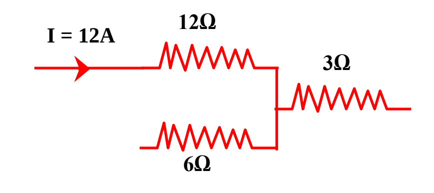
(١٣)



في الدائرة الموضحة
مثلث متساوي الأضلاع abc إذا كانت I = 6A تكون شدة التيار المار في الضلع ac تساوي .... أمبير
(2 / 3 / 4 / 6)

(١٤) المقاومة المكافئة للدائرة الموضحة تساوي .... أوم
(24 / 66 / 12 / 6)

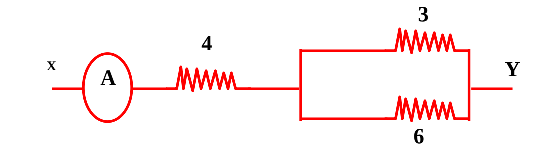
(١٥)



الشكل الموضح يمثل جزء من دائرة كهربية شدة التيار الكلي فيها 12A كما بالشكل فيكون فرق الجهد بين طرفي المقاومة 6Ω يساوي .... فولت

(24 / 36 / 72 / 144)

(١٦)



في الدائرة جهد النقطة X يساوي 15V يكون جهد النقطة Y .... فولت علما بأن جهد المقاومة 4 يساوي 12V

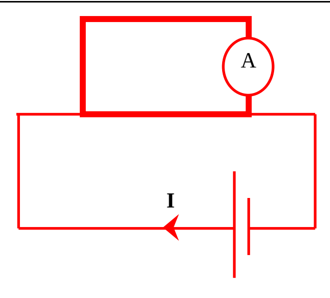
(-6 / 6 / -3 / 3 / 0)

(١٧)

حلقة معدنية موصلة بالدائرة الموضحة اذا كانت شدة التيار الكلي تساوي I فإن قراءة الأميتر تكون ....

($\frac{2}{3}$I / $\frac{I}{3}$ / $\frac{I}{4}$ / $\frac{I}{2}$)

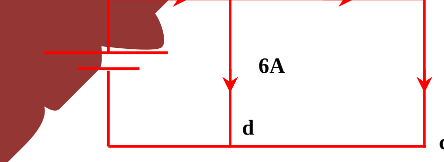
(١٨)



في الدائرة المقابلة سلك نحاس تم تشكيله على هيئة مستطيل طوله ضعف عرضه فتكون قراءة الأميتر ....

(I / $\frac{I}{3}$ / $\frac{I}{2}$ / $\frac{2}{3}$I)

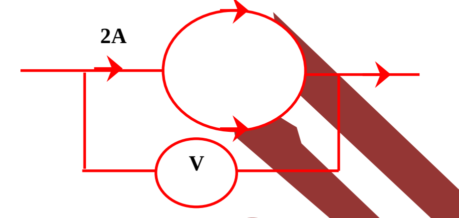
(١٩)



في الدائرة الموضحة مربع abcd تكون شدة التيار المار في الضلع bc تساوي .... أمبير

(6 / 3 / 2 / 1)

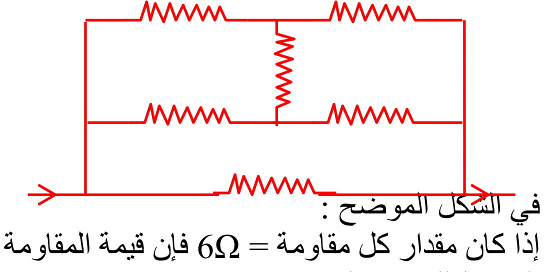
(٢٠)



في الدائرة الموضحة إذا كان فرق الجهد بين طرفي الحلقة المعدنية 4π فولت فإن مقاومة السلك المصنوع منه الحلقة .... أوم

(8π / 4π / 2π / π)

(٢١)

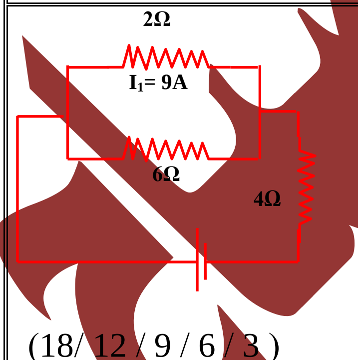


في الشكل الموضح :

إذا كان مقدار كل مقاومة 6Ω فإن قيمة المقاومة المكافئة للمجموعة = ...Ω

(3 – 6 – 18 – 36)

(٢٢)



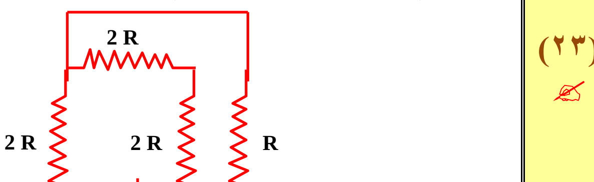
من الدائرة الموضحة تكون شدة التيار المار في المقاومة 4Ω = ... أمبير

(18 / 12 / 9 / 6 / 3)

(٢٣) ✍

في الدائرة الموضحة بالشكل : المقاومة الكلية للدائرة تساوى ....

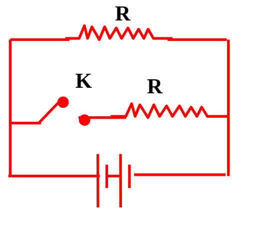
(R – 0 – 3R – 2R)



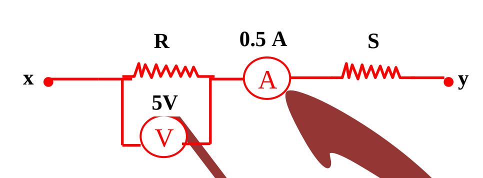
(٢٤) ✍

عند غلق المفتاح فى الدائرة الموضحة فإن القدرة المستنفذة فى المقاومات ....

(تزداد – تقل – تظل كما هى)



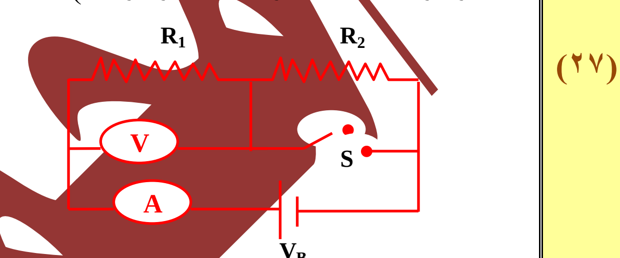
(٢٥) فى الدائرة الموضحة بالشكل :
إذا كان فرق الجهد الكلى بين نقطتي التوصيل (x) ، (y) يساوى 20V فإن قيمة المقاومة (S) تساوى ....
(10 Ω – 30 Ω – 20 Ω – 40 Ω)



(٢٦) ✍ فى الدائرة الموضحة بالرسم تكون قيمة المقاومة (R) تساوى ....
(1 Ω – 2 Ω – 4 Ω – 3 Ω)

(٢٧) فى الدائرة الموضحة بالشكل عند غلق المفتاح (S) فإن قراءة الفولتميتر ....
(تـزداد وقـراءة الأميتـر تقـل – تـزداد وقـراءة الأميتر تزداد – تقل وقراءة الاميتر تزداد)

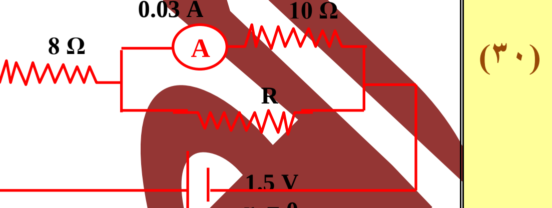




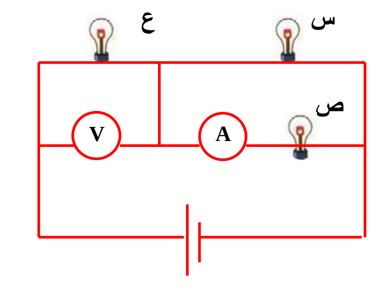
(٢٨) فى الدائرة الموضحة :
يكون فرق الجهد عبر المقاومة 4 Ω يساوى ....
(1 V – 4 V – 6 V – 2 V)

(٢٩) فى الدائرة الموضحة بالشكل ق.د.ك للمصدر 18 V فإن شدة التيار المار فى المقاومة 6 Ω تساوى .....
(1 A – 2 A – 1.8 A – 3 A)

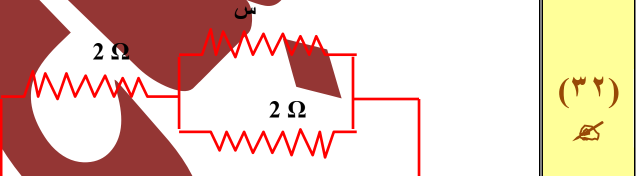
(٣٠) فى الدائرة الموضحة بالشكل تكون قيمة المقاومة R هى ....
(2.4 Ω – 0.3 Ω – 2.5 Ω – 5 Ω)



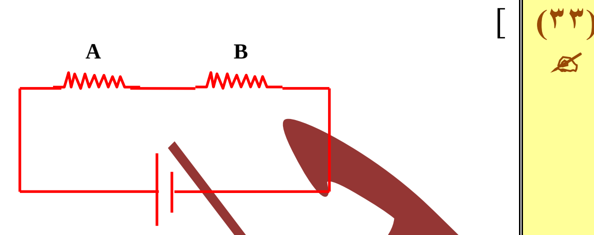
(٣١) ✍ فى الدائرة الموضحة بالشكل :
ثلاثـة مصـابيح متماثلـة (س ، ص ، ع) فـإذا احتـرق المصـباح (س) فـإن قـراءة الفـولتميتر ....
(تزداد وتقل قراءة الأميتر – تزداد وتزداد قراءة الأميتر – تقل وتزداد قراءة الأميتر – تقل وتقل قراءة الفولتميتر)



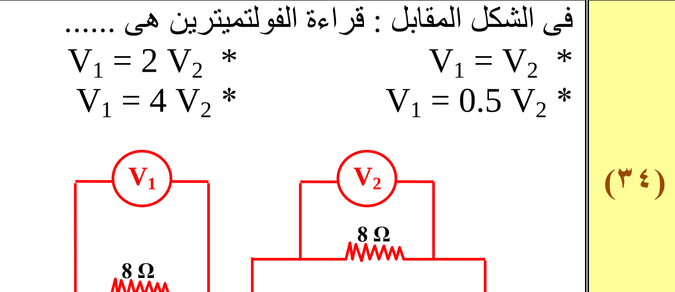
(٣٢) ✍ فى الشكل المقابل
قيمة المقاومة (س) التى تجعل المقاومة المكافئة 2.75 أوم هى .... أوم .
(3.6 – 2.4 – 1.2)



(٣٣) فى الشكل المقابل : مقاومة (A) ثلاث مرات مقاومة (B) لذا يكون [التيار عبر (A) ثلاث مرات عبر(B) – التيار عبر (A) ثلث التيار عبر(B) – التيار عبر(A) يساوى التيار عبر (B)]



(٣٤) فى الشكل المقابل : قراءة الفولتميترين هى ......
* $V_1 = V_2$ * $V_1 = 2\ V_2$
* $V_1 = 0.5\ V_2$ * $V_1 = 4\ V_2$



(٣٥) وصلت مقاومتان على التوالى قيمة إحداهما واحد أوم فتكون المقاومة المكافئة لهما .....واحد أوم . (أكبر من – تساوى – أقل من)

(٣٦) ثلاث مقاومات متصلة على التوازى إذا كانت مقاومة إحداها تساوى واحد أوم فإن المقاومة المكافئة لهذه المقاومات .... واحد أوم (أكبر من – تساوى – أقل من)

(٣٧) مصباحان مقاومتهما R_1 , R_2 وصلا معًا على التوالى مع مصدر كهربى فإذا كانت $R_1 < R_2$ تكون .... (إضاءة المصباح R_1 أكبر – إضاءة المصباح R_2 أكبر – إضاءة المصباحان متساوية)

(٣٨) مصباحان مقاومتهما R_1 , R_2 وصلا معًا على التوازى مع مصدر كهربى فإذا كانت $R_1 > R_2$ تكون .... (إضاءة المصباح R_1 أكبر – إضاءة المصباح R_2 أكبر – إضاءة المصباحان متساوية)

(٣٩) للحصول على أصغر مقاومة من عدة مقاومات توصل هذه المقاومات على ...... (التوالى – التوازى – الأثنين معًا)

(٤٠) سلكان متشابهان تمامًا إذا وصلا على التوالى فإن المقاومة المكافئة لهما .... المقاومة المكافئة لهما إذا وصلا على التوازى . (تساوى – ضعف – أربعة أمثال – نصف)

(٤١) عند توصيل عدة مقاومات مختلفة على التوازى يكون .... متساوى لجميع المقاومات دائمًا . (فرق الجهد – شدة التيار – القدرة المستنفذة)

(٤٢) عند توصيل مقاومة على التوالى بأخرى مساوية لها فإن المقاومة الكلية لها .... (تتضاعف – تقل الى النصف – تبقى كما هى – تساوى إحداهما)

(٤٣) وصلت مقاومتان متساويتان على التوازى فإن المقاومة المكافئة لهما ..... (تزداد الى الضعف – تقل الى النصف – تظل ثابتة – تساوى قيمة إحداهما)

(٤٤) إذا علمت أن مقاومة كهربية مقدارها X ضعف مقاومة أخرى Y فإن شدة تيار X .... شدة تيار Y عند توصيلهما على التوالي (نصف / ضعف / ربع / يساوي)

(٤٥) النسبة بين فرق الجهد بين طرفي عدة مقاومات متصلة معا على التوازي .... الواحد الصحيح (أصغر من / أكبر من / تساوي)

(٤٦) عند توصيل عدة مقاومات متساوية على التوازي كانت المقاومة المكافئة 0.1 من إحدى المقاومات لذا فإن عدد المقاومات المتصلة معا يكون .... مقاومة (10 / 5 / 22 / 100)

(٤٧) إذا وصلت مقاومتان قيمة كل منهما R على التوازى فى دائرة كهربية فإن المقاومة المكافئة لهما = ... (R – 0.25 R – 2R – 0.5 R)

(٤٨) مجموعة من المقاومات المتساوية عند توصيلها على التوالي فإن المقاومة المكافئة لها = 100 أوم وعند توصيلها على التوازى تكون المقاومة المكافئة لها = 4 أوم ، فإن قيمة الواحدة = ...Ω (4 – 20 – 50 – 100)

(٤٩) خمس مقاومات متساوية قيمة كل منها R متصلة على التوازي تكون المقاومة المكافئة لهم .....(0.2R / 0.5R / 5R)

(٥٠) خمس مقاومات متساوية وصلت معًا فى دائرة كهربية مرة على التوالي ومرة على التوازى فإن نسبة شدة التيار فى الحالة الأولى الى شدة التيار فى الحالة الثانية تساوى .... (25 – 5 – 0.2 – 0.04)

(٥١) النسبة بين القدرة المستنفذة في مقاومتين متساويتين متصلتين مرة توازي وأخرى توالي مع نفس المصدر هي .... (0.25 / 0.5 / 2 / 4)

(٥٢) موصل مقاومته 20 Ω عندما يمر به تيار شدته 1 A ، فإذا مر بنفس الموصل تيار شدته 2 A فإن مقاومته .... (5 Ω – 10 Ω – 2 Ω – 40 Ω)

(٥٣) ثلاث مقاومات متماثلة إذا وصلت على التوالي تكون المقاومة المكافئة لها 4.5Ω وعند توصيل مقاومتين منهم فقط على التوازي تصبح المقاومة المكافئة لهما .... أوم (0.75 / 1.5 / 4.5 / 9)

(٥٤) مقاومتان قيمة احداهما ثلاث أمثال قيمة الأخرى تكون شدة تيار الثانية .... شدة تيار الأولى عند توصيلهما على التوالي (ثلث / ثلاث أمثال / تساوي / تسع أمثال)

(٥٥) النسبة بين مقاومة مصباح مضيء الى مقاومته وهو غير مضيء .... الواحد (أكبر من – أقل من – يساوى)

(٥٦) سلك مستقيم مقاومته R قطع الى ثلاث قطع متساوية ثم وضعت هذه الاقسام متجاورة ومتوازية مع بعضها فتكون مقاومتهم .... ($R - 36 - 6R - \frac{R}{6} - \frac{R}{9}$)

(٥٧) سلك مستقيم له مقاومة R قطع من منتصفه ثم وضع النصفان متجاورين ومتوازيين فتكون المقاومة الجديدة للمجموعة .... 0.5R (أكبر من / أقل من / تساوي)

(٥٨) ثلاث مقاومات قيمتها 3 , 20 , 80 أوم وصلت معًا بحيث أصبحت مقاومتها المكافئة 19 أوم فإن التوصيل يكون :
– المقاومتان 3 , 80 على التوازى و 20 معهم على التوالى .
– المقاومتان 3 , 20 على التوازى و 80 معهم على التوالى .
– المقاومتان 80 , 20 على التوازى و 3 معهم على التوالى .

(٥٩) إذا وصلت أربع لمبات مقاومة كل منها 6Ω على التوازى ثم وصلت المجموعة ببطارية 12V مقاومتها الداخلية مهملة ،فإن....

١- شدة التيار المار بالبطارية تساوى .... (2A – 4A – 6A – 8A)
٢- الشحنة الكلية التى تترك البطارية فى 10 s تساوى .... (20 C – 40 C – 60 C – 80 C)
٣- شدة التيار المار بكل لمبة تساوى .... ($\frac{2}{3}A - \frac{3}{2}A - 2A - 8A$)
٤- فرق الجهد بين طرفى كل لمبة يساوى .... (2V – 3V – 6V – 12V)
٥- المقاومة الكلية للمبات الأربع تساوى .... ($\frac{2}{3}\Omega - \frac{3}{2}\Omega - 6\Omega - 24\Omega$)
٦- المقاومة الكلية للمبات الأربع عند توصيلها على التوالى تساوى .... ($\frac{2}{3}\Omega - \frac{3}{2}\Omega - 6\Omega - 24\Omega$)

****

س ٣ : علل لما يأتى :

(١) لا توصل الأجهزة الكهربية المنزلية على التوالى .
- توصل الاجهزة المنزلية على التوازى .

(٢) نقص شدة التيار الكلى في دائرة كهربية مغلقة إذا وصلت بها على التوالى عدة مقاومات .

(٣) تزداد القدرة المستنفذة من مصدر كهربى إذا وصلت مقاومة على التوازى مع مقاومة أخرى في دائرة المصدر .

(٤) للحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات كبيرة توصل المجموعة على التوازى .
- تقل المقاومة المكافئة لعدة مقاومات عند توصيلها على التوازى .

(٥) في الدائرة الكهربية المتصلة على التوازى تستخدم أسلاك سميكة عند طرفى البطارية بينما تستخدم أسلاكًا أقل سمكًا عند طرفى كل مقاومة .

س ٤ : ما النتائج المترتبة على :

(١) إزالة بعض من مصابيح التنجستين المتصلة معًا على التوازى في دائرة بالنسبة لإضاءتها .
(٢) توصيل عدة مقاومات كهربية على التوازى .
(٣) توصيل عدة مقاومات كهربية على التوالى .
(٤) توصيل مقاومتين متساويتين على التوالى .
(٥) توصيل مقاومة كبيرة على التوازى بأخرى صغيرة جدًا .

****

س ٥ : أسئلة متنوعة :

(١) **قارن بين**
توصيل المقاومات على التوالي وتوصيل المقاومات على التوازى (من حيث : شكل التوصيل – الغرض من التوصيل – القانون المستخدم لتعيين المقاومة الكلية – شدة التيار المار في المقاومات – فرق الجهد عبر المقاومات) .

****

(٢) باستخدام العلاقة : $I = \frac{V}{R}$
اشرح طريقتين مختلفتين لزيادة شدة التيار المار فى الدائرة الكهربية .

****

(٣) اذكر الفكرة العلمية التى بُنى عليها توصيل الأجهزة الكهربية فى المنازل .

****

(٤) اشرح كيف يمكن إثبات أن :
(أ) المقاومة المكافئة لثلاث مقاومات متصلة معًا على التوالى تتعين من العلاقة : $R' = R_1 + R_2 + R_3$
(ب) مقلوب المقاومة المكافئة لثلاث مقاومات متصلة على التوازى تساوى مجموع مقلوب المقاومات الثلاث .

****

(٥) إذا كان لديك ثلاث مقاومات مختلفة ،
وضح بالرسم والإثبات الرياضى الطريقة التى تجعل قيمة المقاومة المكافئة لهذه المقاومات
(أ) أكبر ما يمكن . (ب) أقل ما يمكن . (مبينًا أثر ذلك على شدة التيار المار فى الدائرة فى الحالتين .)

****

(٦)
فى الشكل المقابل :
ماذا يحدث لقراءة الفولتميتر عند زيادة المقاومة المتغيرة (S) ؟

S
R
V

****

(٧) الأشكال التالية توضح عدة مقاومات متصلة معًا بطرق مختلفة :

6A 4Ω 2Ω 3Ω (د)
3A 2Ω 4Ω (جـ)
3A 2Ω 4Ω (ب)
12A 3Ω 2Ω 4Ω (أ)

١- فى الشكل .... شدة التيار المار فى المقاومة 2Ω تساوى 3A
٢- فى الشكل .... شدة التيار المار فى المقاومة 2Ω تساوى 8A
٣- فى الشكل .... فرق الجهد بين طرفى المقاومة 4Ω يساوى 4V
٤- فى الشكل .... فرق الجهد بين طرفى المقاومة 4Ω يساوى 24V

****

(٨) الشكل البيانى المقابل
يوضح العلاقة بين المقاومة الكهربية لثلاثة أسلاك 1,2,3 مختلفة النوع
ومتساوية الطول مع مقلوب مساحة مقطع كل منها :
❶ أى الأسلاك له توصيلية كهربية أكبر ؟ ولماذا ؟ .
❷ إذا وصلت ثلاثة أسلاك من هذه المعادن لها نفس مساحة المقطع على التوالى فى دائرة كهربية
فأيهم يكون فرق الجهد بين طرفيه أكبر قيمة ؟ ولماذا ؟

R 1 2 3 $\frac{1}{A}$

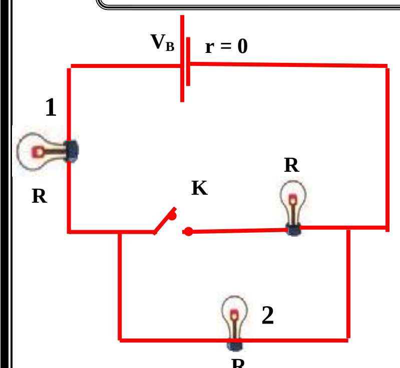
****

(٩) فى الشكل المقابل
قضيبان X,Y من معدن واحد لهما نفس الطول ولكن مساحة مقطع Y ضعف مساحة
مقطع X ويتصلان بزالق من النحاس ومندمجان فى دائرة كهربية كما بالشكل فإذا
تحرك الزالق فى اتجاه الشرق وضح ماذا يحدث لإضاءة المصباح .

X S Y

****





(١٠) فى الدائرة المقابلة عند إغلاق المفتاح k فإن :

(أ) تيار المصباح رقم ١ سوف (يقل – يزداد) الى ...... مما كان عليه .
(ب)جهد المصباح رقم ١ سوف (يقل – يزداد) الى ...... مما كان عليه .
(ج) القدرة المستنفذة فى المصباح رقم ١ سوف (يقل – يزداد) الى ...... مما كان عليه
(د) تيار المصباح رقم ٢ سوف (يقل – يزداد) الى ...... مما كان عليه .
(ه) جهد المصباح رقم ٢ سوف (يقل – يزداد) الى ...... مما كان عليه .
(و) القدرة المستنفذة فى المصباح رقم ٢ سوف (يقل – يزداد) الى ...... مما كان عليه

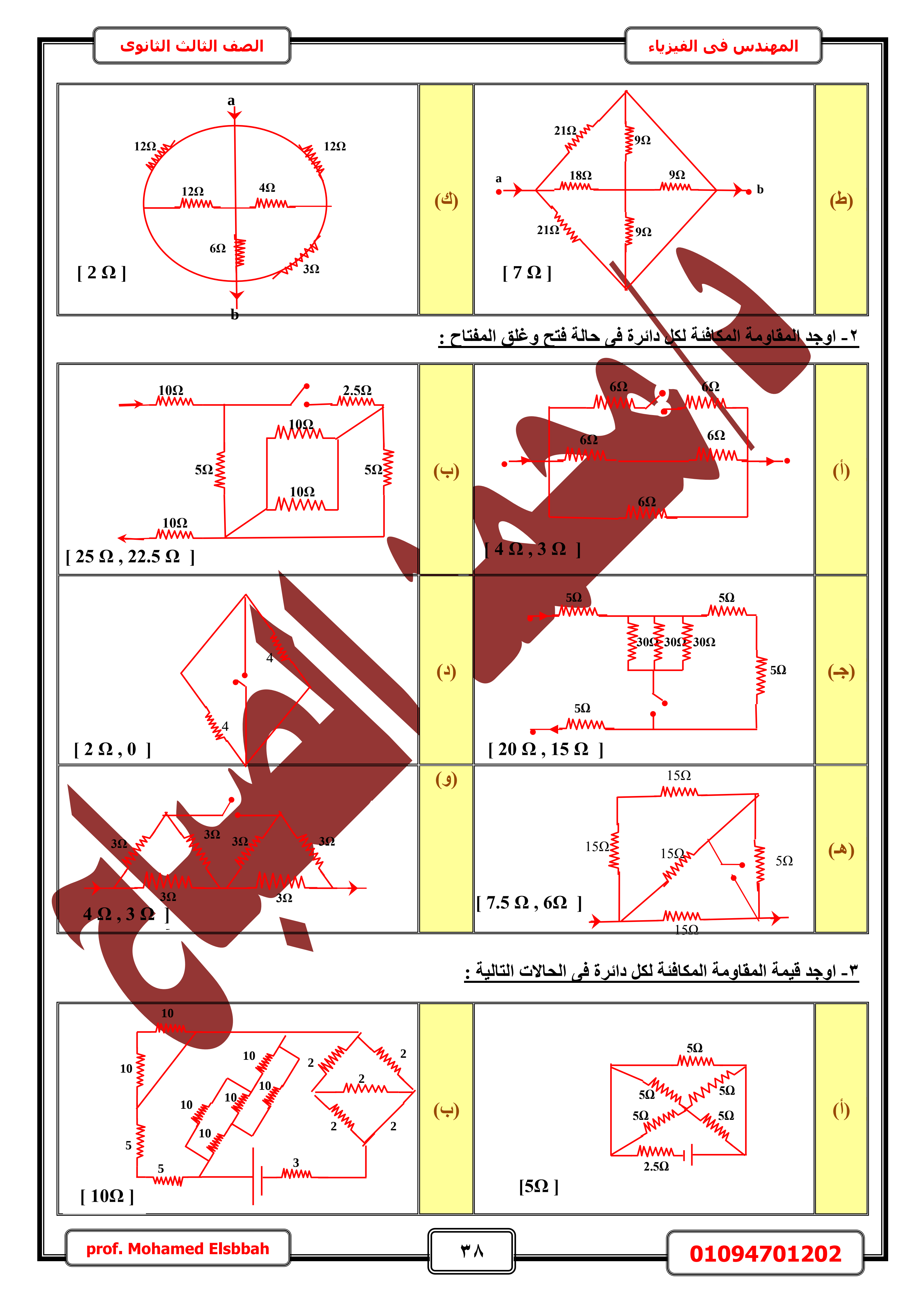
[(يزداد – $\frac{3}{4}$) – (يزداد – $\frac{3}{4}$) – (يزداد – $\frac{9}{16}$) – (يقل – 1.5) – (يقل – 1.5) – (يقل – 4/9)] .

****

س ٦ : المسائل على توصيل المقاومات :

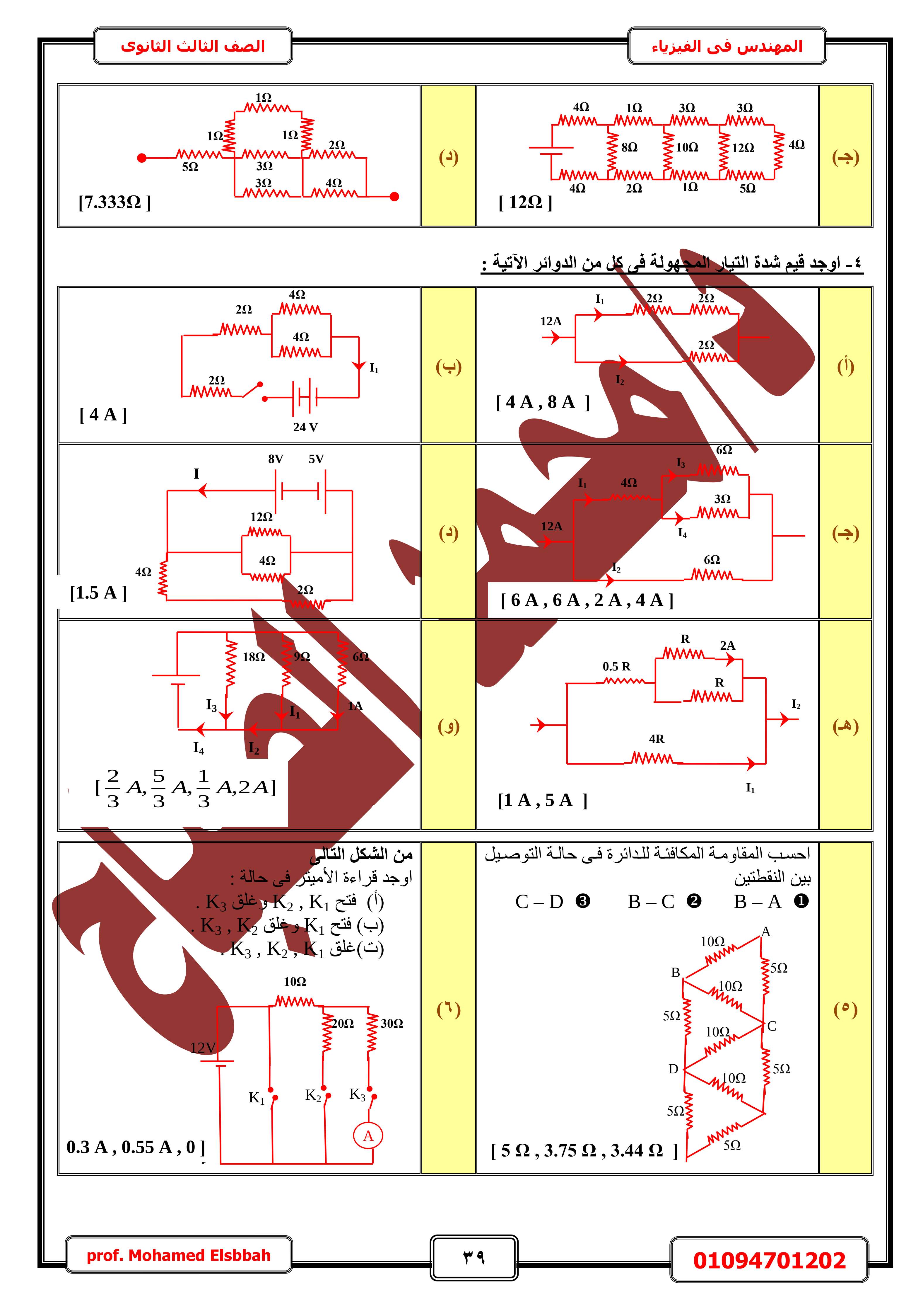
١ ـ اوجد المقاومة المكافئة بين النقطتين a , b فى كل من الدوائر الكهربية الآتية :

(أ)	a, b; 6Ω, 12Ω, 6Ω, 12Ω, 9Ω, 6Ω, 12Ω [6Ω]	(ب)	a, b; 4Ω, 7Ω, 5Ω, 3Ω, 5Ω, 7Ω, 4Ω [10Ω]
(جـ)	a, b; 14Ω, 30Ω, 3Ω, 50Ω, 20Ω, 27Ω, 24Ω, 2Ω, 30Ω, 12Ω [20Ω]	(د)	a, b; 5kΩ, 1kΩ, 12kΩ, 2kΩ, 18kΩ, 9kΩ, 18kΩ, 7kΩ [6 kΩ]
(هـ)	a, b; 4Ω, 30Ω, 15Ω, 6Ω, 12Ω, 4Ω [16Ω]	(و)	a, b; 1Ω, 6Ω, 3Ω, 15Ω [2.5Ω]
(ز)	a, b; 8Ω, 4Ω, 8Ω [2 Ω]	(ح)	a, b; 3 Ω, 9 Ω, 6Ω, 2 Ω, 12Ω, 7 Ω, 5 Ω [11.56 Ω]



٢- اوجد المقاومة المكافئة لكل دائرة فى حالة فتح وغلق المفتاح :

٣- اوجد قيمة المقاومة المكافئة لكل دائرة فى الحالات التالية :



٤ ـ اوجد قيم شدة التيار المجهولة فى كل من الدوائر الآتية :

$[\frac{2}{3}A, \frac{5}{3}A, \frac{1}{3}A, 2A]$

(٥) احسب المقاومة المكافئة للدائرة فى حالة التوصيل بين النقطتين

❶ B – A ❷ B – C ❸ C – D

[5 Ω , 3.75 Ω , 3.44 Ω]

(٦) من الشكل التالى

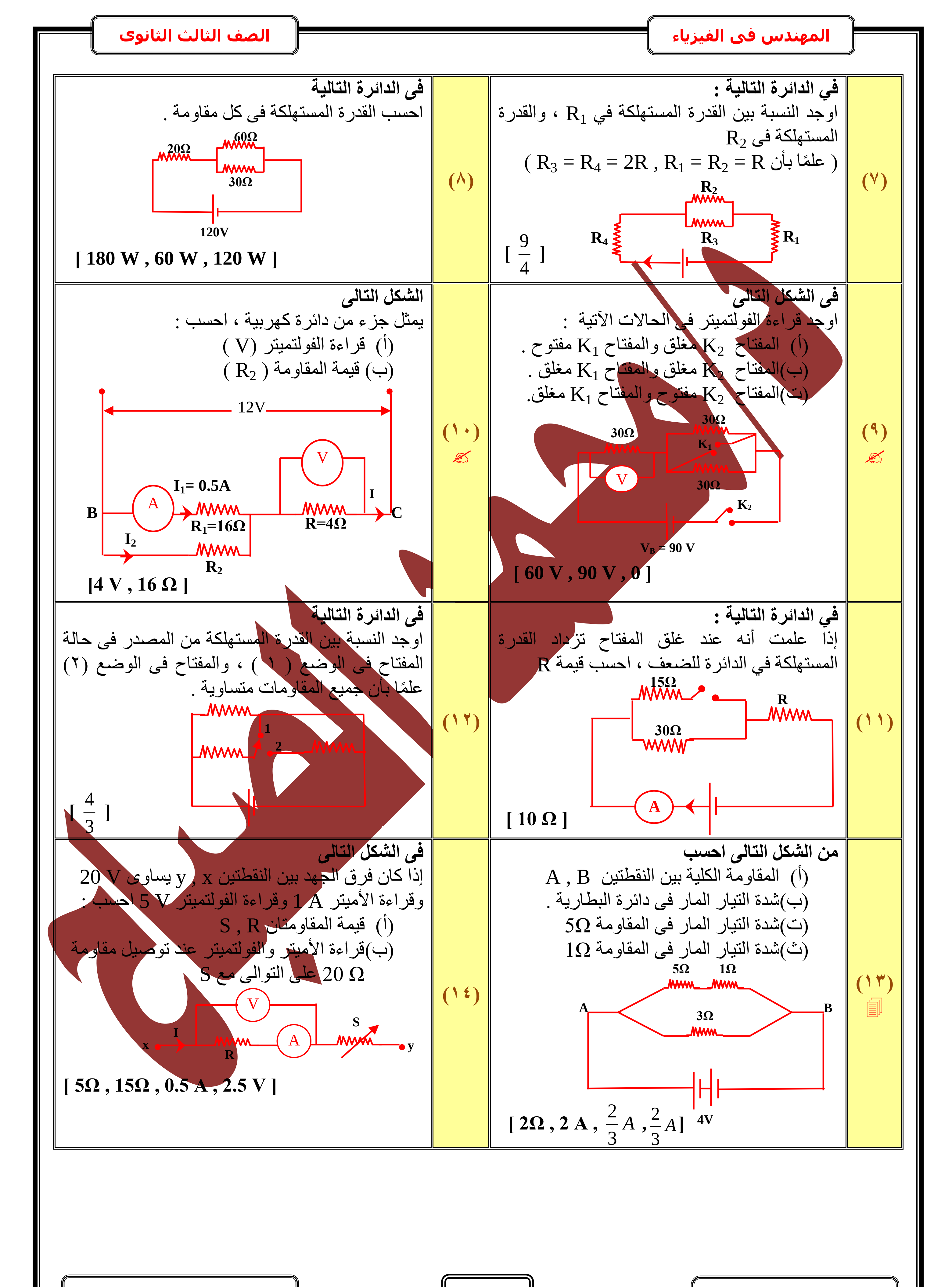
اوجد قراءة الأميتر فى حالة :

(أ) فتح K_1 , K_2 وغلق K_3 .

(ب) فتح K_1 وغلق K_2 , K_3 .

(ت) غلق K_1 , K_2 , K_3 .

0.3 A , 0.55 A , 0]



(٧) **في الدائرة التالية :**

اوجد النسبة بين القدرة المستهلكة في R_1 ، والقدرة المستهلكة فى R_2

(علمًا بأن $R_3 = R_4 = 2R$, $R_1 = R_2 = R$)

$[\ \frac{9}{4}\ ]$

(٨) **فى الدائرة التالية**

احسب القدرة المستهلكة فى كل مقاومة .

[180 W , 60 W , 120 W]

(٩) ✍ **فى الشكل التالى**

اوجد قراءة الفولتميتر فى الحالات الآتية :

(أ) المفتاح K_2 مغلق والمفتاح K_1 مفتوح .

(ب)المفتاح K_2 مغلق والمفتاح K_1 مغلق .

(ت)المفتاح K_2 مفتوح والمفتاح K_1 مغلق.

[60 V , 90 V , 0]

(١٠) ✍ **الشكل التالى**

يمثل جزء من دائرة كهربية ، احسب :

(أ) قراءة الفولتميتر (V)

(ب) قيمة المقاومة (R_2)

[4 V , 16 Ω]

(١١) **في الدائرة التالية :**

إذا علمت أنه عند غلق المفتاح تزداد القدرة المستهلكة في الدائرة للضعف ، احسب قيمة R

[10 Ω]

(١٢) **فى الدائرة التالية**

اوجد النسبة بين القدرة المستهلكة من المصدر فى حالة المفتاح فى الوضع (١) ، والمفتاح فى الوضع (٢) علمًا بأن جميع المقاومات متساوية .

$[\ \frac{4}{3}\ ]$

(١٣) **من الشكل التالى احسب**

(أ) المقاومة الكلية بين النقطتين A , B

(ب)شدة التيار المار فى دائرة البطارية .

(ت)شدة التيار المار فى المقاومة 5Ω

(ث)شدة التيار المار فى المقاومة 1Ω

$[\ 2Ω , 2\ A , \frac{2}{3} A , \frac{2}{3} A\ ]$

(١٤) **فى الشكل التالى**

إذا كان فرق الجهد بين النقطتين x , y يساوى 20 V وقراءة الأميتر 1 A وقراءة الفولتميتر 5 V احسب :

(أ) قيمة المقاومتان R , S

(ب)قراءة الأميتر و الفولتميتر عند توصيل مقاومة 20 Ω على التوالى مع S

[5Ω , 15Ω , 0.5 A , 2.5 V]

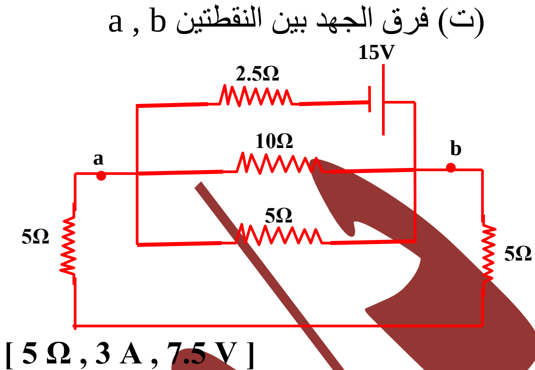
(١٥)

فى الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل احسب

(أ) قيمة المقاومة الكلية فى الدائرة .

(ب) شدة التيار الكلى المار فى الدائرة .

(ت) فرق الجهد بين النقطتين a , b



[5 Ω , 3 A , 7.5 V]

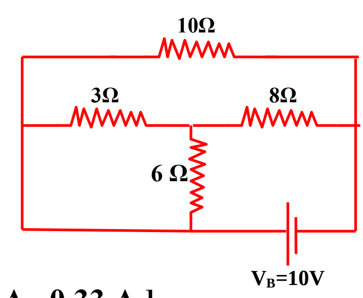
(١٦)

فى الدائرة الموضحة احسب

(أ) المقاومة الكلية للدائرة .

(ب)شدة التيار الكلى المار بالدائرة .

(ت)شدة التيار الكهربى المار خلال المقاومة 6Ω

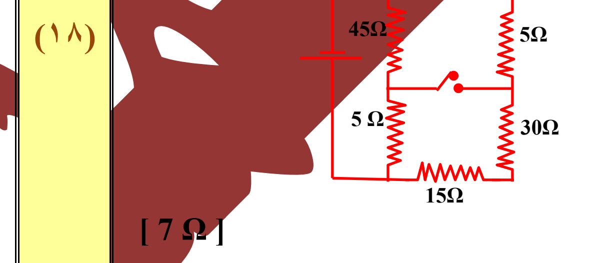


[5 Ω , 2 A , 0.33 A]

(١٧)

فى الدائرة التالية

عند غلق المفتاح تقل قيمة المقاومة الكلية المكافئة الى نصف قيمتها ، احسب قيمة المقاومة R



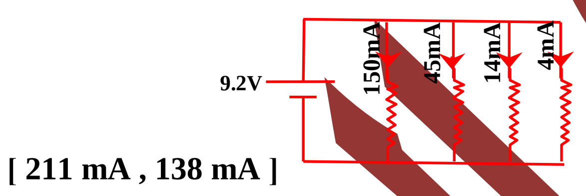
[7 Ω]

(١٨)

وصلت أربع مقاومات على التوازى ببطارية 9.2 V وكانت قيم شدة التيار المار فى كل منها كما هو مبين بالشكل احسب قيمة شدة التيار الكلى المار فى البطارية فى الحالتين الآتيتين :

(أ) إذا استبدلت المقاومة ذات القيمة الأكبر بمقاومة أخرى ضعف قيمتها .

(ب)إذا استبدلت المقاومة ذات القيمة الأصغر بمقاومة أخرى ضعف قيمتها .



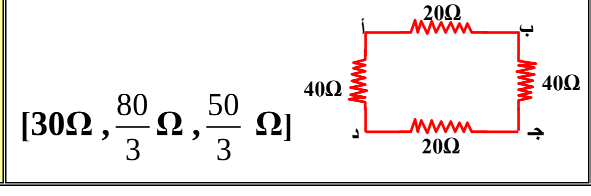
[211 mA , 138 mA]

(١٩)

من الشكل التالى أوجد :

❶ قراءة الأميتر

❷ قراءة الفولتميتر

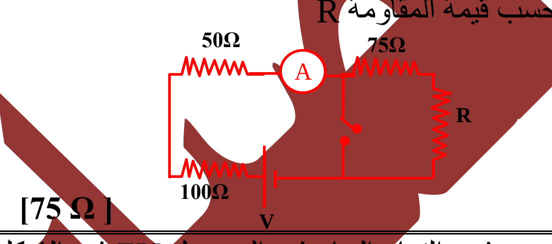


[6 A , 72 V]

(٢٠)

فى الدائرة التالية

إذا علمت أنه عند غلق المفتاح تتضاعف قراءة الأميتر ، احسب قيمة المقاومة R



[75 Ω]

(٢١)

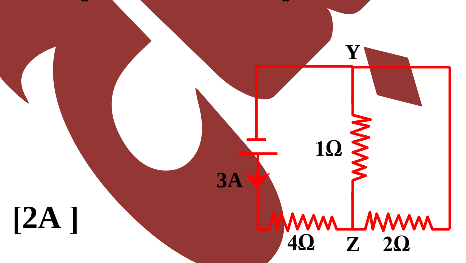
في الدائرة المقابلة عند توصيل النقطة أ بطرف بطارية احسب R الكلية عند توصيل الطرف الآخر للبطارية بنقطة جـ ، ب ، د

20Ω أ ب 40Ω 40Ω د جـ 20Ω

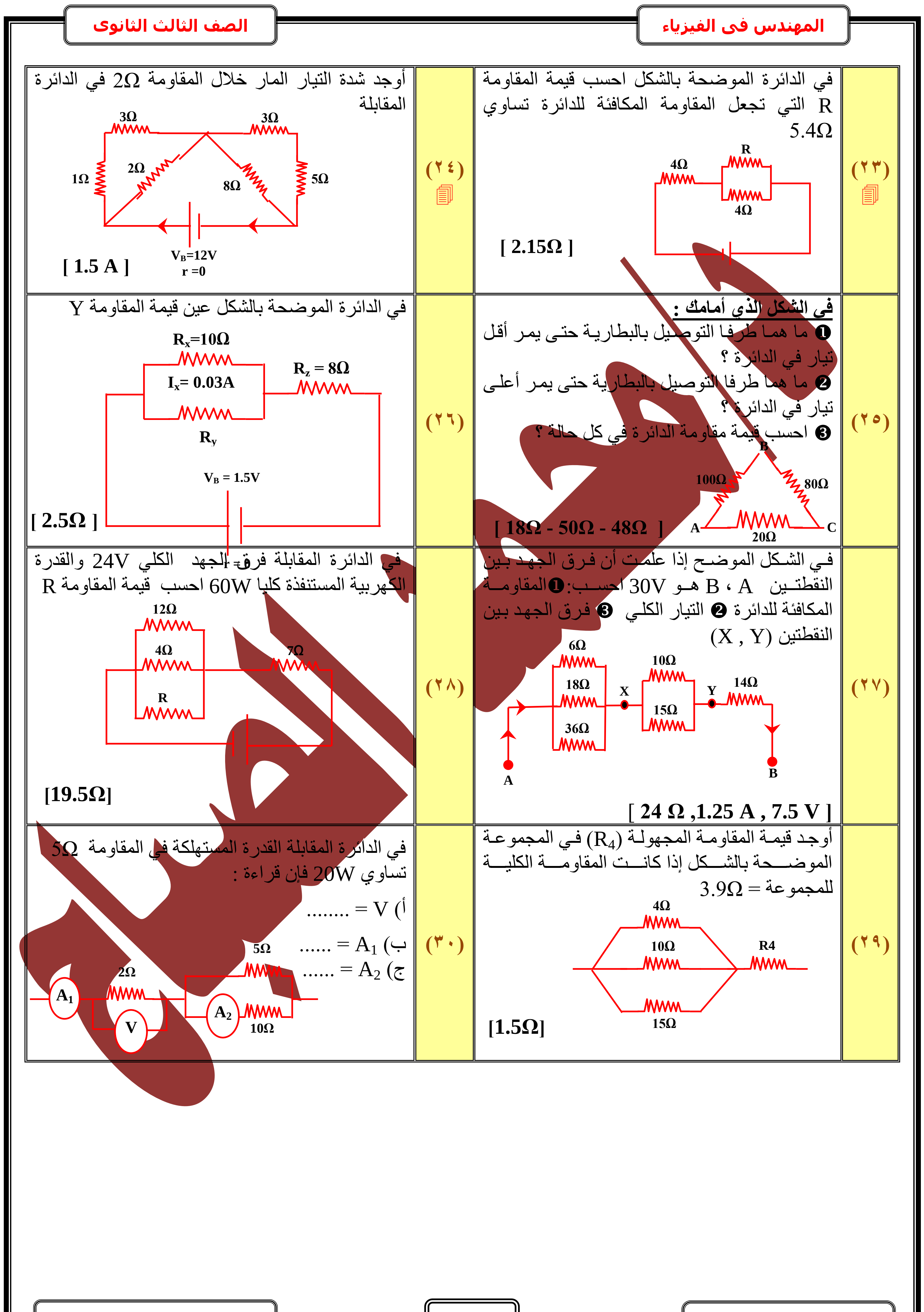
$[30\Omega , \frac{80}{3}\ \Omega , \frac{50}{3}\ \Omega]$

(٢٢)

احسب شدة التيار المار في الموصل ZY في الشكل التالي :



[2A]



(٢٣)	في الدائرة الموضحة بالشكل احسب قيمة المقاومة R التي تجعل المقاومة المكافئة للدائرة تساوي 5.4Ω [2.15Ω]	(٢٤)	أوجد شدة التيار المار خلال المقاومة 2Ω في الدائرة المقابلة [1.5 A]
(٢٥)	**في الشكل الذي أمامك :** ❶ ما هما طرفا التوصيل بالبطارية حتى يمر أقل تيار في الدائرة ؟ ❷ ما هما طرفا التوصيل بالبطارية حتى يمر أعلى تيار في الدائرة ؟ ❸ احسب قيمة مقاومة الدائرة في كل حالة ؟ [18Ω - 50Ω - 48Ω]	(٢٦)	في الدائرة الموضحة بالشكل عين قيمة المقاومة Y [2.5Ω]
(٢٧)	في الشكل الموضح إذا علمت أن فرق الجهد بين النقطتين A ، B هو 30V احسب: ❶المقاومة المكافئة للدائرة ❷ التيار الكلي ❸ فرق الجهد بين النقطتين (X , Y) [24 Ω ,1.25 A , 7.5 V]	(٢٨)	في الدائرة المقابلة فرق الجهد الكلي 24V والقدرة الكهربية المستنفذة كليا 60W احسب قيمة المقاومة R [19.5Ω]
(٢٩)	أوجد قيمة المقاومة المجهولة (R_4) في المجموعة الموضحة بالشكل إذا كانت المقاومة الكلية للمجموعة = 3.9Ω [1.5Ω]	(٣٠)	في الدائرة المقابلة القدرة المستهلكة في المقاومة 5Ω تساوي 20W فإن قراءة : أ) V = ... ب) A_1 = ... ج) A_2 = ...



(٣١) في الدائرة الموضحة بالشكل أوجد كلا من :

١) شدة التيار الكلي

٢) فرق الجهد عبر المقاومة 8Ω

٣) فرق الجهد عبر المقاومة 10Ω

٤) فرق الجهد بين A,B

٥) شدة التيار في المقاومة 30Ω

(٣٢) احسب قيمة المقاومة المكافئة فى الحالات الاتية:-

١- إذا دخل التيار من A وخرج من B .

٢- إذا دخل التيار من A وخرج من C .

٣- إذا دخل التيار من A وخرج من D .

[20 Ω , 52 Ω , 32 Ω]

(٣٣) في الشكل الموضح إذا كان $I_1 = 3A$ احسب :

❶ I_2 , I_3 ❷ المقاومة الكلية

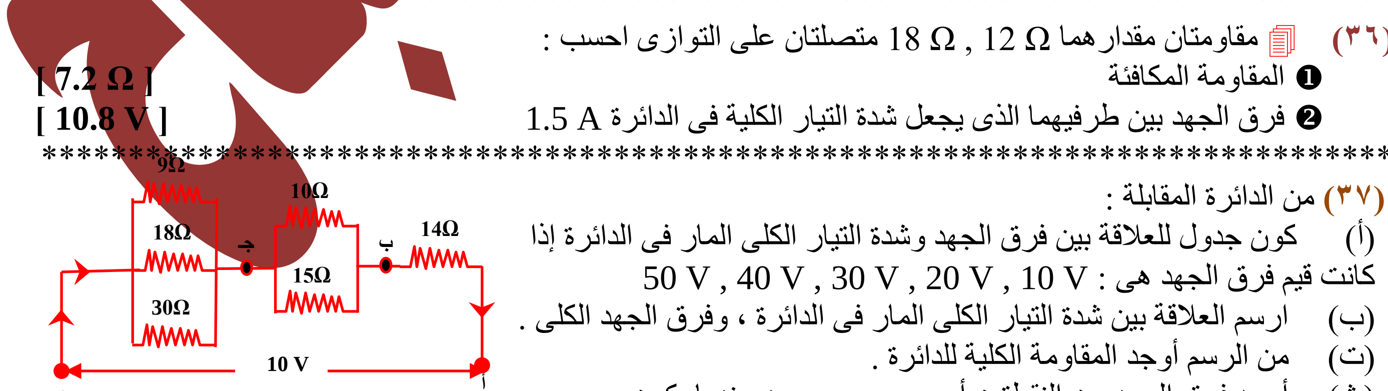
❸ فرق الجهد بين X,Y

❹ فرق الجهد بين قطبي البطارية

[5 A , 2 A , 5 Ω , 6 V , 25 V]

(٣٤) احسب المقاومة المكافئة إذا علمت أن : جميع المقاومات متساوية وتساوى 10 Ω

[3.75 Ω]



(٣٥) وصلت المقاومة R في دائرة قانون أوم الموضحة بالشكل فكانت قراءة الفولتميتر 3V وقراءة الأميتر 0.3A ، احسب من ذلك قيمة المقاومة R وإذا وصلت مقاومة أخرى S على التوازي مع المقاومة R اذكر ما يطرأ على قراءة الأميتر ؟ ولماذا؟ (دون إثبات رياضي)
وإذا كان طول سلك المقاومة R هو 10m ومساحة مقطعه $1mm^2$ فما هي مقاومته النوعية .

[10 Ω , 10^{-6} Ω.m]

****

(٣٦) مقاومتان مقدار هما 12 Ω , 18 Ω متصلتان على التوازى احسب :

❶ المقاومة المكافئة **[7.2 Ω]**

❷ فرق الجهد بين طرفيهما الذى يجعل شدة التيار الكلية فى الدائرة 1.5 A **[10.8 V]**

****

(٣٧) من الدائرة المقابلة :

(أ) كون جدول للعلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار الكلى المار فى الدائرة إذا كانت قيم فرق الجهد هى : 10 V , 20 V , 30 V , 40 V , 50 V

(ب) ارسم العلاقة بين شدة التيار الكلى المار فى الدائرة ، وفرق الجهد الكلى .

(ت) من الرسم أوجد المقاومة الكلية للدائرة .

(ث) أوجد فرق الجهد بين النقطتين أ ب ، ب جـ ، جـ د عندما يكون فرق الجهد الكلى 10 V

[25 Ω , 5.6 V , 2.4 V , 2 V]

****

(٣٨) دائرة كهربية مكونة من ثلاث مقاومات $60\ \Omega$, $30\ \Omega$, $20\ \Omega$ متصلة معًا على التوازى مع بطارية تعطى فرقًا فى الجهد قدره 12 V اوجد
❶ المقاومة الكلية المكافئة . ❷ شدة التيار الكلى .
❸ فرق الجهد بين طرفى المقاومات ❹ شدة التيار المار فى كل مقاومة .
[10 Ω , 1.2 A , 12 V , 0.6 A , 0.4 A , 0.2 A]

****

(٣٩) سلكان لهما نفس الطول ومن نفس المادة مساحة مقطع الأول ضعف الثانى ، وصلا معًا على التوازى فى دائرة كهربية وعند غلق الدائرة كانت شدة التيار المار فى الدائرة 3 أمبير احسب شدة التيار المار فى كل منهما **[2 A , 1 A]**

****

(٤٠) إذا كان سلك المنصهر فى أحد المنازل لا يتحمل تيار أكبر من 5 A وكان فرق الجهد 110 V فما أكبر عدد من المصابيح يمكن إضاءتها دفعة واحدة دون أن يتلف سلك المنصهر ؟ علمًا بأن مقاومة كل مصباح $620\ \Omega$ ومقاومة باقى أجزاء الدائرة $2\ \Omega$. **[31 مصباح]**

****

(٤١) ثلاثة مصابيح متماثلة وصلت مرة على التوالى ومرة أخرى على التوازى مع نفس المصدر قارن بين القدرة المستنفذة فى المصابيح فى الحالتين . $[\ \frac{1}{9}\ ]$

****

(٤٢) عدد من المقاومات قيمة كل منها 40 أوم ، احسب كم مقاومة منها تلزم لحمل تيار شدته 15 أمبير على خط فرق الجهد بين طرفيه 120 فولت . **[5 مقاومات]**

****

(٤٣) دائرة كهربية تتكون من مصدر جهد كهربى قوته الدافعة الكهربية 130 V متصل مع مقاومتان على التوالى $400\ \Omega$, $300\ \Omega$ احسب قراءة فولتميتر مقاومته $200\ \Omega$ إذا وصل :
❶ بين طرفى المقاومة الأولى . ❷ بين طرفى المقاومة الثانية . **[30 V , 40 V]**

****

(٤٤) مقاومتان R_1 , R_2 عند توصيلهما على التوازى ، وجد أن المقاومة المكافئة لهما تساوى $6\ \Omega$ وعند توصيلهما على التوالى ، وجد أن المقاومة المكافئة لهما تساوى $27\ \Omega$ أوجد قيمة كل من R_1 , R_2 **[18 Ω , 9 Ω]**

****

(٤٥) لديك ثلاث مقاومات قيمة كل منها $3\ \Omega$ وضح بالرسم كيف يمكن توصيلها للحصول على مقاومة مكافئة قيمتها :
❶ $4.5\ \Omega$ ❷ $2\ \Omega$ ❸ $1\ \Omega$

****

(٤٦) بيَن بالرسم كيفية توصيل ثلاث مقاومات $9\ \Omega$, $6\ \Omega$, $3\ \Omega$ معًا لتصبح قيمة المقاومة المكافئة $11\ \Omega$ وإذا كانت شدة التيار الكلى 10 A احسب :
❶ شدة التيار المار فى كل مقاومة . ❷ فرق الجهد بين طرفى كل مقاومة .
[10 A , 3.33 A , 6.67 A , 90 V , 20 V , 20 V]

****

(٤٧) وصلت ثلاث مقاومات $6\ \Omega$, $3\ \Omega$, $1\ \Omega$ بمصدر تيار كهربى وكانت شدة التيار الكهربى المار فى كل مقاومة 0.1 A , 0.2 A , 0.3 A على الترتيب . وضح بالرسم كيفية توصيل تلك المقاومات . ثم احسب المقاومة الكلية للدائرة الكهربية **[3 Ω]**

****

(٤٨) ثلاث مقاومات (20 , 40 , 60) أوم متصلة بمصدر تيار كهربى ، فإذا كان فرق الجهد بين طرفى كل مقاومة هو (50 , 20 , 30) فولت على الترتيب . بين بالرسم كيفية توصيل هذه المقاومات ، ثم احسب المقاومة المكافئة الكلية للدائرة . **[1.667 Ω]**

****

(٤٩) وصلت مقاومتان $6\ \Omega$, 3 على التوازي ثم وصلت معهم على التوالي مقاومة قدرها 7Ω ثم وصلت المجموعة ببطارية قوتها الدافعة الكهربية 18V ومقاومتها الداخلية مهملة احسب :
❶ المقاومة الكلية . ❷ شدة التيار المار في الدائرة
❸ شدة التيار المار في كل من المقاومتين Ω (3 ,6) **[9 Ω , 2 A , 1.333 A , 0.667 A]**

****

(٥٠) ✍ منصهر يتحمل تيار شدته 1 A وضع فى دائرة تحتوى على بطارية قوتها الدافعة 6 V ما أقل مقاومة توصل مع المنصهر على التوالى فى هذه الدائرة دون أن ينصهر ؟ **[6 Ω]**

****

(٥١) 📖 ✍سلك منتظم المقطع يمر به تيار شدته 0.1A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1.2V فإذا جعل السلك على شكل مربع مغلق abcd احسب المقاومة المكافئة للسلك إذا : ❶ وصل المصدر بالنقطتين a,c **[3Ω]**
❷ إذا وصل المصدر بالنقطتين a,d **[2.25Ω]**

****

(٥٢) بين كيف توصل ثلاث مقاومات في دائرة كهربية إذا كانت قيمتها على الترتيب 8 Ω , 16 Ω , 24 Ω بحيث تكون مقاومتها المكافئة = 22 Ω ، وإذا كانت شدة التيار المار فيها بعد ذلك هي 8A فأوجد شدة التيار المار في كل من المقاومات الثلاث **[توصل المقاومتان 8 ، 24 أوم على التوازي ثم توصل بها المقاومة 16 أوم على التوالي / 8A ، 2A ، 6A]**

****

(٥٣) مقاومتان 120Ω , 80Ω متصلتان على التوازى فى دائرة أدمج فى نفس الدائرة مقاومة ثالثة قدرها 4Ω مع المجموعة على التوالى فاذا كان الفرق فى الجهد بين طرفة المقاومة 4Ω هو 4V أحسب :
❶ شدة التيار الكلى المار فى الدائرة . **[1A]**
❷ شدة التيار المار فى كل من المقاومتين الاولى والثانية وفرق الجهد بين طرفى كل منهما. **[48 V , 0.6 A , 0.4 A]**

****

(٥٤) اوجد النسبة بين مقداري المقاومتين اللتين إذا وصلتا على التوالى كانت المقاومة المكافئة لهما 4 أمثالها عند التوصيل على التوازى. **[1 : 1]**

****

(٥٥) معك ٦ مقاومات هي 1,2,2,4,5,6 أوم كيف توصلهم معا للحصول على مقاومة = 1Ω مع رسم طريقة التوصيل

****

(٥٦) معك ٧ مقاومات هي 3,6,6,4,5,7,2 أوم كيف توصلهم معا للحصول على مقاومة = 2Ω مع رسم طريقة التوصيل

****

(٥٧) مصباحان كهربيان مقاومتاهما 800Ω , 1200 وصلا معا على التوازي ثم وصلا بمصدر كهربي قوته الدافعة الكهربية 240V أوجد : ❶ المقاومة الكلية للمصباحين ❷ شدة التيار المار في الدائرة
❸ شدة التيار المار في كل مصباح (مع اهمال المقاومة الداخلية للمصدر) .
[480Ω – 0.5A – 0.2A – 0.3A]

****

(٥٨) ✍ وصل فولتميتر مقاومته 2000Ω على التوازي بمقاومة مجهولة ثم وصل بها على التوالي أميتر وعندما وصل طرفي المجموعة بمنبع كهربي كانت دلالة الأميتر 0.04A وقراءة الفولتميتر 12V كم تكون قيمة المقاومة المجهولة
[352.94 Ω]

****

(٥٩) ✍ وصلت المقاومات 100Ω, 60, 40 بطرفي مصدر تيار كهربي وعند غلق الدائرة مر تيار كهربي شدته 2A في الدائرة في حين كانت شدة التيار المار في كل مقاومة 1A احسب فرق الجهد بين طرفي المصدر . **[100V]**

****

(٦٠) فى الدائرة الموضحة بالشكل : احسب المقاومة المكافئة عندما يكون المفتاح k مغلق ، والمفتاح k مفتوح .

[15 Ω – 20 Ω]

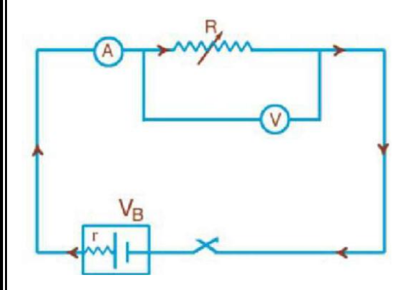
K 10Ω 8Ω 30 V 10Ω 10Ω 2Ω 5Ω 10Ω 8Ω 2Ω

****

الدرس الثالث

قانون أوم للدوائر المغلقة

إستنتاج قانون أوم للدائرة المغلقة



القوة الدافعة الكهربية تقدر بالشغل الكلي المبذول خارج وداخل العمود لنقل وحدة الشحنات الكهربية في الدائرة كلها ، فإذا رمزنا للقوة الدافعة الكهربية للعمود (البطارية) بالرمز (V_B) وشدة التيار الكلى فى الدائرة بالرمز (I) وللمقاومة الخارجية بالرمز (R) وللمقاومة الداخلية للعمود بالرمز (r) كما بالشكل فإن :

$$V_B = IR + Ir$$

$$\therefore V_B = I(R + r)$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R + r}$$

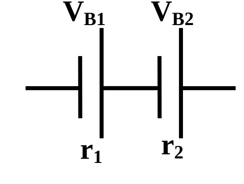
وتعرف هذه العلاقة بقانون اوم للدائرة المغلقة حيث تكون :

شدة التيار الكهربى = $\frac{\text{القوة الدافعة الكهربية الكلية}}{\text{المقاومة الكلية للدائرة}}$

نص قانون أوم للدائرة المغلقة

" شدة التيار الكلى المستمد من المصدر (المار في الدائرة) = خـارج قسمة القوة الدافعة الكهربية للمصدر على مجموع المقاومة الخارجية والمقاومة الداخلية للمصدر "

في حالة عمودين كهربيين متصلين على التوالي

فى نفس الاتجاه	فى اتجاهين متعاكسين
	V_{B2} V_{B1} r_2 r_1
$V_B = V_{B1} + V_{B2}$, $r'_{\text{الكلية}} = r_1 + r_2$ $I = \frac{V_{B1} + V_{B2}}{R_{eq} + r_1 + r_2}$	$V_B = V_{B\text{كبير}} - V_{B\text{صغير}}$, $r'_{\text{الكلية}} = r_1 + r_2$ $I = \frac{V_{B1} - V_{B2}}{R_{eq} + r_1 + r_2}$

العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية لعمود (V_B) وفرق الجهد بين قطبيه (V)

◈ ☜ س : متى يكون فرق الجهد بين قطبي عمود كهربي :

❶ مساويا للقوة الدافعة الكهربية	❷ أقل من القوة الدافعة الكهربية	❸ أكبر من القوة الدافعة الكهربية
جـ : عندما تكون الدائرة الخارجية مفتوحة اي ان : I = ٠ وبالتعويض فى العلاقة $V = V_B - Ir$ يصبح $V = V_B$	جـ : عندما تكون الدائرة الخارجية مغلقة اي يمر بها تيار كهربى حيث ان $V = V_B - Ir$	جـ : عندما يُشحن العمود من عمود اخر موصل معه على التوازى $V = V_B + Ir$

القوة الدافعة الكهربية لعمود (V_B)

" فرق الجهد بين قطبى العمود فى حالة عدم مرور تيار كهربى فى الدائرة (المفتاح مفتوح) "

أو

مقدار الشغل الكلى المبذول خارج وداخل العمود لنقل كمية من الكهربـاء مقدارها واحد كولوم (وحدة الشحنات الكهربية) فى الدائرة الكهربية "

◈ ☜ تقاس القوة الدافعة الكهربية لمصدر بوحدة الفولت .

◈ ☜ ما معنى قولنا أن القوة الدافعة لعمود كهربي = 3 فولت؟

جـ: معنى ذلك أن مقدار الشغل الكلى المبذول لنقل شحنة 1C خلال الدائرة الكهربية داخل وخارج العمود = 3 J .

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربي أكبر من فرق الجهد بين طرفي دائرته الخارجية عند غلق مفتاح الدائرة .	لأن المقاومة الداخلية للعمود تستنفذ شغل لكي يمر التيار الكهربي داخل العمود تبعا للعلاقة $V_B = V + Ir$ وبذلك تكون $V_B > V$.
٢	(تجريبي ٢٠١٠ ، أزهر ٢٠١١) يزداد فرق الجهد بين قطبي بطارية عند زيادة مقاومة دائرتها الخارجية	لأنه عند زيادة مقاومة الدائرة تقل شدة التيار وبالتالي يقل المقدار Ir وحيث أن فرق الجهد بين قطبي البطارية يحسب من العلاقة $V = V_B - Ir$ فيزداد مقداره
٣	ثبوت درجة الحرارة شرط أساسي لتطبيق قانون أوم .	لتغير المقاومة بتغير درجة الحرارة .
٤	تزداد كفاءة البطارية كلما قلت مقاومتها الداخلية	وذلك حسب قانون أوم للدائرة المغلقة $V_B = V + Ir$، كلما قلت المقاومة الداخلية يقل فرق الجهد المفقود فى البطارية و تزيد كفاءة البطارية.
٥	كلما زادت المقاومة الداخلية للبطارية تقل كفاءتها	لأنه يبذل شغل كثير للتغلب على المقاومة الداخلية للبطارية فيقل الشغل المطلوب منها خارج البطارية فتقل كفاءتها .

ملاحظات هامة لحل المسائل

◈ ☜ ❶ تعريف كفاءة البطارية :-

هى النسبة بين الطاقة الخارجة منها الى الطاقة الاصلية لها . **او** النسبة المئوية بين فرق الجهد الخارج من البطارية عندما تكون الدائرة الخارجية مغلقة إلى القوة الدافعة الكهربية للبطارية .

$$\text{الكفاءة} = \frac{W_{out}}{W_B} = \frac{P_{out}}{P_B} = \frac{I_{out}V_{out}}{I_B V_B} = \frac{V_{out}}{V_B} = \frac{IR}{I(R+r)} = \frac{R}{R+r}$$

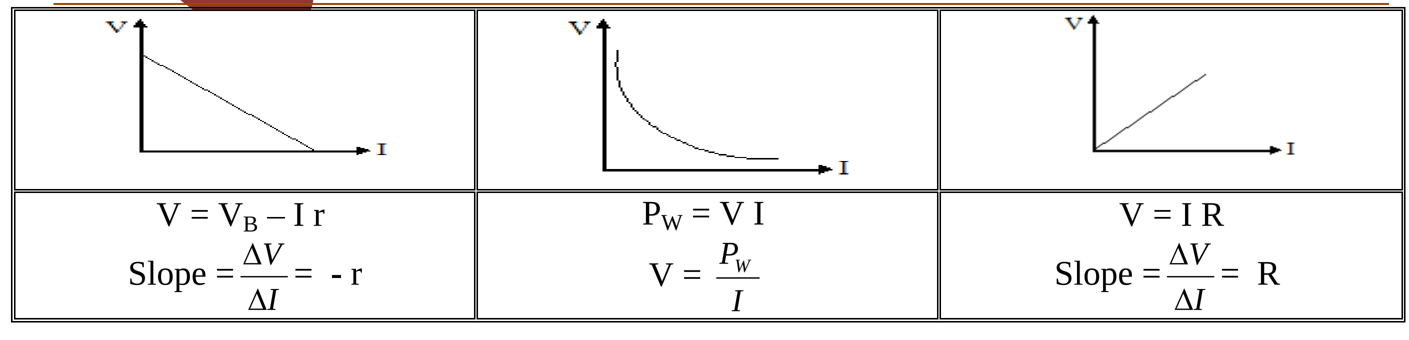
$$\text{كفاءة البطارية} = \frac{V_B - Ir}{V_B} \times 100$$

◈ ☜ ❷ تعريف الجهد المفقود من البطارية

هو حاصل ضرب شدة التيار الناتج من البطارية في المقاومة الداخلية لها . $V_{\text{المفقود}} = I\,r$

$$\text{نسبة الجهد المفقود بالبطارية} = \frac{W_{in}}{W_B} = \frac{P_{in}}{P_B} = \frac{I_{int}V_{in}}{I_B V_B} = \frac{V_{in}}{V_B} = \frac{Ir}{I(R+r)} = \frac{r}{R+r}$$

◈ ☜ ❸ قد تأخذ العلاقة بين فرق الجهد و شدة التيار احد العلاقات البيانية التالية تبعا للعلاقة بينهما :

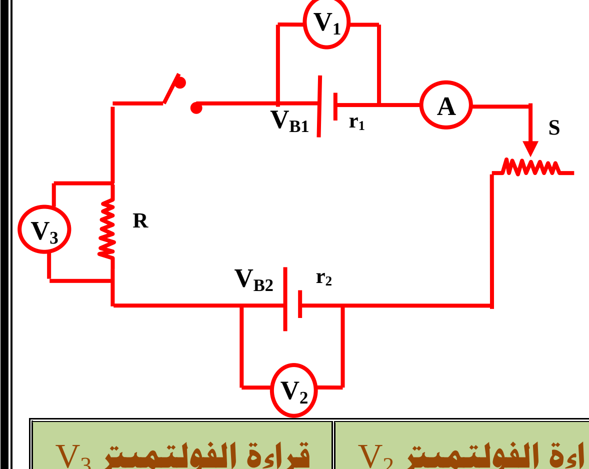


$V = IR$ $Slope = \frac{\Delta V}{\Delta I} = R$	$P_W = VI$ $V = \frac{P_W}{I}$	$V = V_B - Ir$ $Slope = \frac{\Delta V}{\Delta I} = -r$



◈☜ ❹ **في الدائرة الكهربية المقابلة :**

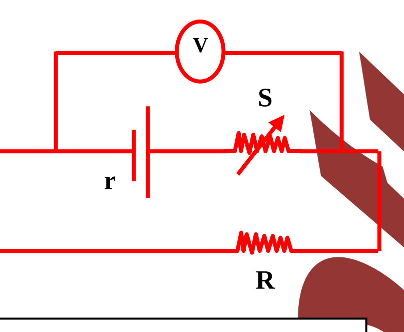
إذا كان V_{B1} أكبر من V_{B2} فإن :



	قراءة الأميتر	قراءة الفولتميتر V_1	قراءة الفولتميتر V_2	قراءة الفولتميتر V_3
القانون العام	$I = \frac{V_{B1} + V_{B2}}{R + S + r_1 + r_2}$	$V_1 = V_{B1} - I r_1$	$V_2 = V_{B2} + I r_2$	$V_3 = I R$
K **مفتوح**	صفر	$V_1 = V_{B1}$	$V_2 = V_{B2}$	صفر
K **مغلق**	يقل	تقل	تزداد	تقل
بزيادة S	يقل	تزداد	تقل	تقل

****

◈☜ ❺ **في الـــــــدائرتين المقابلتين ماذا يحدث بزيادة قيمة الريوستات S :**



القانون العام

$V = V_B - I r = I S + I R$

عند زيادة قيمة الريوستات S

تزداد قراءة الفولتميتر .

القانون العام

$V = V_B - I r - I S = I R$

عند زيادة قيمة الريوستات S

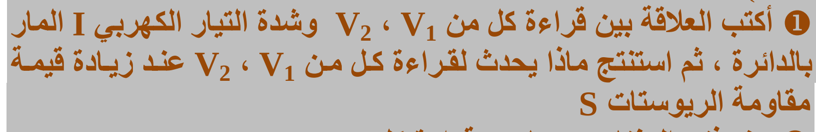
تقل قراءة الفولتميتر .

****

أمثلة محلولة

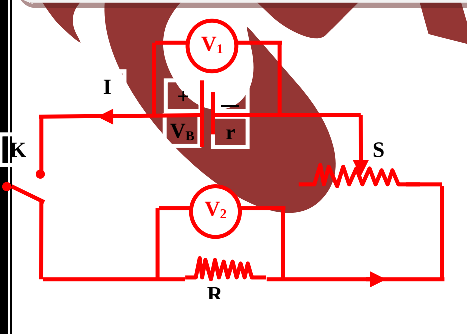


١- (ث . ع ٢٠٠٥) دائرة كهربية كالموضحة بالشكل :

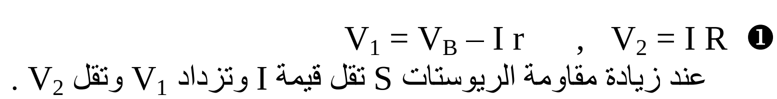


❶ أكتب العلاقة بين قراءة كل من V_1 ، V_2 وشدة التيار الكهربي I المار بالدائرة ، ثم استنتج ماذا يحدث لقراءة كل من V_1 ، V_2 عند زيادة قيمة مقاومة الريوستات S

❷ عند فتح المفتاح K ما هي قراءة كل من V_1 ، V_2



الحل



❶ $V_1 = V_B - I r$ ، $V_2 = I R$

عند زيادة مقاومة الريوستات S تقل قيمة I وتزداد V_1 وتقل V_2 .

❷ عند فتح المفتاح K

$V_1 = V_B$

$V_2 = 0$



٢- (تجريبي ٢٠١٠) في الدائرة الموضحة بالشكل :
إذا كانت القوة الدافعة الكهربية للبطارية 12V ومقاومتها الداخلية 2Ω احسب قراءة الأجهزة A ، V_1 ، V_2 عندما يكون :- ❶ المفتاح K مفتوح . ❷ المفتاح K مغلق .

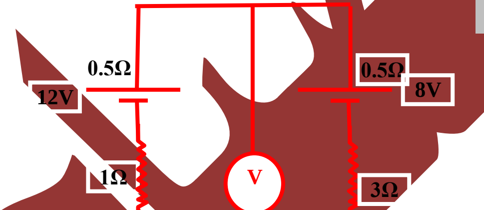
الحل

قراءة الجهاز	١- عندما يكون المفتاح K مفتوح	٢- عندما يكون المفتاح K مغلق
أولا : قراءة الأميتر A	تكون عبارة عن شدة التيار الكلي في الدائرة وتحسب كالتالي : $I = \frac{V_{B1}}{R^{\backslash} + r} = \frac{12}{10+2} = 1A$	نحسب التيار الكلي أولا $I = \frac{V_B}{R^{\backslash} + r} = \frac{12}{8+2} = 1.2A$ ولكن سيمر في الأميتر نصف التيار الكلي فقط فتكون قراءته 0.6A
ثانيا : قراءة الفولتميتر V_1	$V = V_B - Ir$ $V = 12 - 1\times2 = 10V$	$V = V_B - Ir$ $V = 12 - 1.2\times2 = 9.6V$
ثالثا : قراءة الفولتميتر V_2	$V = IR = 1 \times 6 = 6\ V$	$V = IR = 1.2 \times 6 = 7.2\ V$



****

٣- (ث . ع ٢٠٠٤) لاحظ الدائرة الكهربية المبينة بالشكل ثم سجل قراءات كل من الفولتميتر والأميتر عند غلق وفتح المفتاح حسب الجدول التالي:





الحل

المفتاح K	قراءة الفولتميتر بالفولت	قراءة الأميتر بالأمبير
مفتوح	$V_B = 6V$	0
مغلق	$V = V_B - Ir$ $V = 6-(0.6\times2) = 4.8v$	$I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{6}{2+8}$ $I = 0.6\ A$

****

٤- فى الدائرة الموضحة بالشكل احسب قراءة الفولتميتر

الحل

$V_B = V_{B1} - V_{B2} = 12 - 8 = 4V$

$R_t = 3 + 1 + 0.5 + 0.5 = 5\Omega$

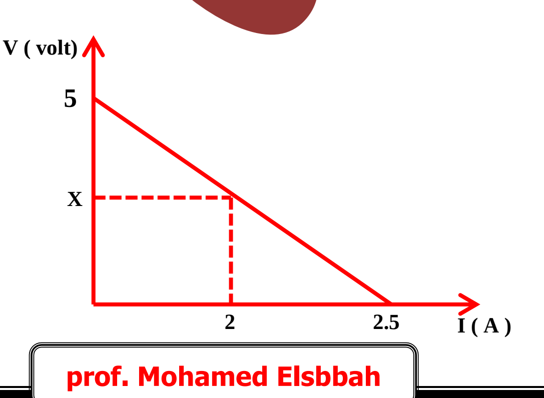
$$I = \frac{V_B}{R_t} = \frac{4}{5} = 0.8A$$

ويمكن حساب قراءة الفولتميتر من الناحيتين كما يلى :

$V = V_B - Ir + IR$	$V = V_B - Ir - IR$
$V = 8 + 0.8\times0.5 + 0.8\times3 = 8 + 0.4 + 2.4 = 10.8V$	$V = 12 - 0.8\times0.5 - 0.8\times1 = 12 - 0.4 - 0.8 = 10.8$

****

٥- فى الرسم البيانى المقابل احسب قيمة X وماذا تدل



الحل

هذه العلاقة تمثل قانون اوم للدوائر المغلقة وتمثل بالمعادلة التالية

$V = V_B - I\ r$

ومن الرسم عندما $I = 0$ فان $V = V_B = 5$ volt

ومن الرسم ايضا عندما $V = 0$ فإن $V_B = I\ r$

$5 = 2.5 \times r$ اذا $r = 2\Omega$

وبالتعويض فى المعادلة الاساسية للحصول على قيمة X

$V = 5 - (2 \times 2) = 5 - 4 = 1$ volt

الفصل الأول — الدرس الثالث

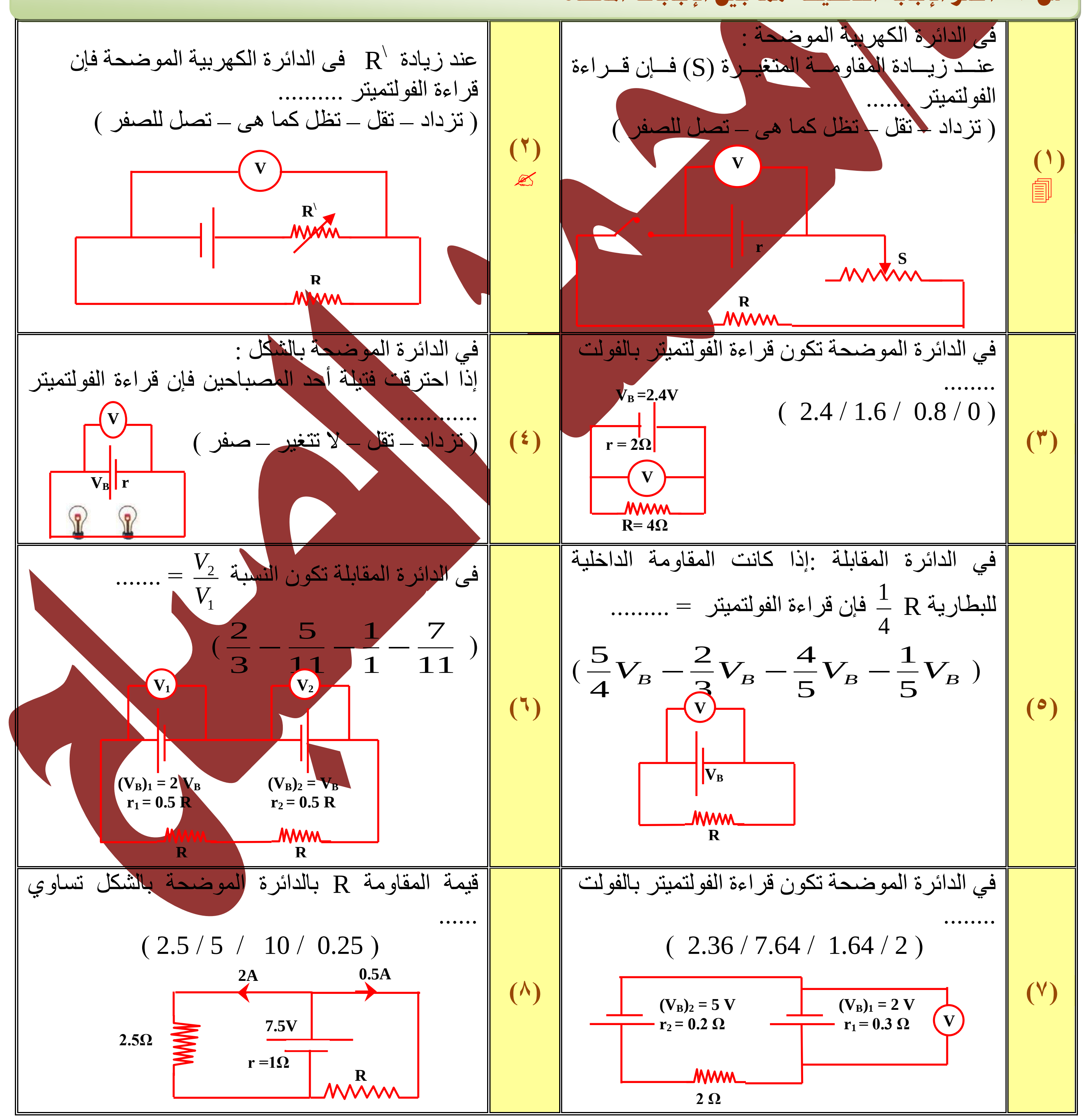
قانون أوم للدوائر المغلقة

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) شدة التيار الكهربى الكلى فى دائرة تساوى النسبة بين القوة الدافعة الكهربية الى المقاومة الكلية للدائرة .
(٢) ✍ مقدار الشغل الكلى المبذول داخل وخارج العمود لنقل كمية من الكهربية مقدارها واحد كولوم عبر الدائرة الكهربية
• فرق الجهد بين قطبى العمود الكهربى عند انعدام شدة التيار المار فى الدائرة .

****

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة



(١)	فى الدائرة الكهربية الموضحة : عند زيادة المقاومة المتغيرة (S) فإن قراءة الفولتميتر .... (تزداد – تقل – تظل كما هى – تصل للصفر)	(٢) ✍	عند زيادة $R^\backslash$ فى الدائرة الكهربية الموضحة فإن قراءة الفولتميتر .... (تزداد – تقل – تظل كما هى – تصل للصفر)
(٣)	في الدائرة الموضحة تكون قراءة الفولتميتر بالفولت .... (2.4 / 1.6 / 0.8 / 0)	(٤)	في الدائرة الموضحة بالشكل : إذا احترقت فتيلة أحد المصباحين فإن قراءة الفولتميتر .... (تزداد – تقل – لا تتغير – صفر)
(٥)	في الدائرة المقابلة :إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية $\frac{1}{4}R$ فإن قراءة الفولتميتر = ... ($\frac{5}{4}V_B$ – $\frac{2}{3}V_B$ – $\frac{4}{5}V_B$ – $\frac{1}{5}V_B$)	(٦)	فى الدائرة المقابلة تكون النسبة $\frac{V_2}{V_1}$ = ... ($\frac{2}{3}$ – $\frac{5}{11}$ – $\frac{1}{1}$ – $\frac{7}{11}$)
(٧)	في الدائرة الموضحة تكون قراءة الفولتميتر بالفولت .... (2.36 / 7.64 / 1.64 / 2)	(٨)	قيمة المقاومة R بالدائرة الموضحة بالشكل تساوي ...... (2.5 / 5 / 10 / 0.25)

(٩) تقاس القوة الدافعة الكهربية بوحدة .... (فولت – أمبير – أوم – كولوم)

(١٠) ✍ إذا كانت emf لمصدر كهربى تساوى 8 V فإن فرق الجهد بين طرفيه فى حالة مرور تيار كهربى فى دائرته ...... 8 V (يساوى – أقل من – أكبر من)

(١١) النسبة بين فرق الجهد بين قطبي بطارية إلى قوتها الدافعة الكهربية في حالة عدم مرور تيار .... الواحد (أكبر من / أصغر من / تساوي)

(١٢) يزيد فرق الجهد بين طرفي البطارية عن القوة الدافعة الكهربية لها إذا كانت البطارية في حالة .... (شحن / تفريغ / لا توجد إجابة صحيحة)

****

س ٣ : علل لما يأتى :

(١) إذا فتحت دائرة مصدر كهربى فإن فرق الجهد بين قطبيه يساوى القوة الدافعة الكهربية له .

- تساوى فرق الجهد بين قطبى عمود كهربى مع قوته الدافعة الكهربية في حالة عدم مرور تيار في دائرته .

(٢) يزداد فرق الجهد بين قطبى بطارية عند زيادة مقاومة دائرتها .

(٣) القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربى أكبر من فرق الجهد بين طرفى دائرته الخارجية عند غلق الدائرة .

(٤) تزداد كفاءة البطارية كلما قلت مقاومتها الداخلية .

****

س ٤ : ما النتائج المترتبة على :

(١) عدم سحب تيار من مصدر كهربى بالنسبة لفرق الجهد بين طرفى المصدر الكهربى

(٢) زيادة المقاومة الخارجية فى دائرة قانون أوم المغلقة بالنسبة لقيمة فرق الجهد بين قطبى العمود .

(٣) زيادة المقاومة الخارجية فى الدائرة المغلقة بالنسبة لقراءة الفولتميتر بين طرفى البطارية .

(٤) زيادة المقاومة الداخلية لبطارية بالنسبة لكفاءتها .

****

س ٥ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة كهربية قدرها 8 C بين نقطتين فى دارة كهربية = 64 J

(٢) القوة الدافعة الكهربية (emf) لعمود كهربى = 1.5 V

(٣) الجهد المفقود من البطارية = 9 فولت .

(٤) كفاءة البطارية = 20 %

****

س ٦ : أسئلة متنوعة :

(١) ✍ **اذكر مع الرسم**

قانون أوم للدائرة المغلقة موضحًا العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية لبطارية ، وفرق الجهد بين قطبى البطارية .

****

(٢) ✍ اكتب الصيغة الرياضية والصيغة اللفظية لقانون أوم

****

(٣) ✍ متى يصبح فرق الجهد بين قطبى البطارية فى الدائرة الكهربية نهاية عظمى ؟

****

(٤) ✍ **اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل فى الرسم المقابل :**

ما الذى تدل عليه النقطة A

V(V)
A
I(A)

****

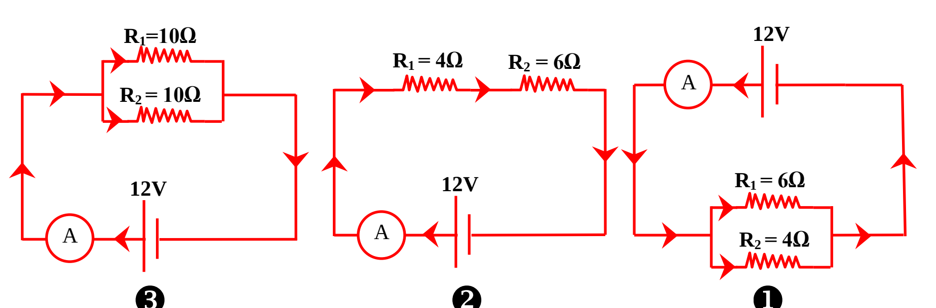
(٥) ✍ **ما المقصود بـ** : القوة الدافعة الكهربية لمصدر

****

(٦) أوجد العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية لبطارية وفرق الجهد بين قطبيها ، ومتى يتساوى فرق الجهد مع قوتها الدافعة ؟ مع رسم الدائرة المستخدمة .

****

(٧) ✍ **الشكل التالي يوضح ثلاث دوائر كهربية ❶ ، ❷ ، ❸**



❶ **أكتب رقم الدائرة التي:**

a. تختلف فيها شدة التيار المار في إحدى المقاومتين عن المقاومة الأخرى

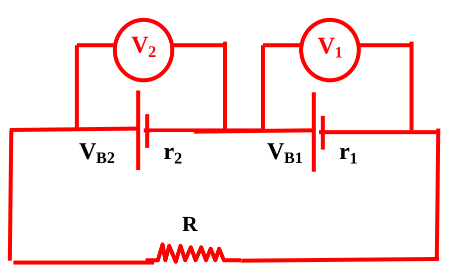
b. يقرأ بها الأميتر أكبر قيمة

❷ ماذا يحدث لقراءة الأميتر إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية ١ أوم **[الدائرة رقم ١ - الدائرة رقم ١ - تقل قراءة الأميتر]**

****

(٨) **في الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل :**

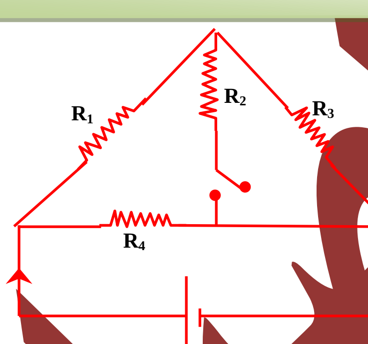
وضح الفكرة التى بنيت عليها الدائرة وفرق الجهد للفولتميترات .



****

س ٧ : المسائل :

(١) أربع مقاومات $R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$, $R_3 = 6\ \Omega$, $R_4 = 24\ \Omega$ متصلين كما فى الدائرة الموضحة ، عند فتح المفتاح يمر فى البطارية تيار 1 A وعند غلق المفتاح يمر تيار 1.25 A احسب



❶ المقاومة الداخلية للمصدر **[2 Ω]**

❷ قوته الدافعة الكهربية . **[10 V]**

****

(٢) ✍ في الدائرة الموضحة قراءة الفولتميتر تساوي 12V عندما يكون المفتاح K مفتوحا وعندما يكون المفتاح K مغلقا يقرأ الفولتميتر 9V ويقرأ الأميتر حينئذ 1.5A أوجد :

❶ emf للبطارية **[12V]**

❷ قيمة المقاومة الداخلية للبطارية **[2Ω]**

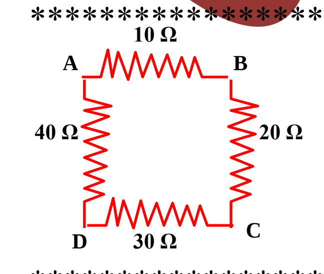
❸ قيمة المقاومة R **[6Ω]**

وإذا علمت أن المقاومة R عبارة عن سلك طوله 6m ومساحة مقطعه $0.1 cm^2$ احسب

- التوصيلية الكهربية لمادته **[$10^5\ \Omega^{-1}m^{-1}$]**
- قراءة الفولتميتر إذا استبدلت المقاومة (R) بأخرى قيمتها 8 Ω **[9.6 V]**

****

(٣) ✍ الرسم المقابل ، يوضح أربع مقاومات متصلة فى شكل مربع ABCD



(أ) ما النقطتين اللتين يجب توصيل البطارية بهما ليمر تيار متساوى فى جميع المقاومات ؟

(ب) احسب القوة الدافعة الكهربية للبطارية .

(علمًا بأن : شدة التيار المار فى كل مقاومة 0.25 A والمقاومة الداخلية للبطارية 1 Ω)

[النقطتان D , B ، 13 V]

****

(٤) في الدائرة المقابلة :

إذا كانت قراءة الأميتر (A_1) $= 1\ A$ وقراءة الأميتر (A_2) $= 2\ A$

والمقاومة الداخلية للبطارية (r) $= 1\ \Omega$ احسب :

١- قيمة المقاومة R

٢- القوة الدافعة الكهربية للبطارية . [9 Ω , 12 V]

A_2 A_1 4.5Ω R

****

(٥) من الدائرة الموضحة بالرسم ، احسب :

(أ) المقاومة المكافئة للدائرة الخارجية .

(ب) القوة الدافعة الكهربية للمصدر .

(علمًا بأن : شدة التيار المار فى المقاومة 30 Ω تساوى 1 A

والمقاومة الداخلية للمصدر r = 2 Ω)

[24 Ω , 78 V]

6 Ω 5 Ω 30 Ω 8 Ω 10 Ω

****

(٦) فى الدائرة المقابلة

إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية 2Ω أوجد قراءة كل من الأميتر والفولتميتر فى حالة

أ- المفتاح K مفتوح

ب- المفتاح K مغلق

[0.25 A , 1.5 V , 0.2 A , 1.2 V]

6 Ω c d V A 2 V K 6 Ω b a

****

(٧) في الدائرة الموضحة بالشكل :

أوجد قيمة قراءة الأميتر (A) عندما يكون:

❶ المفتاح K مفتوحًا [2A]

❷ المفتاح K مغلقًا [1.5A]

4Ω 4Ω A r = 2Ω 12V

****

(٨) في الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل المقابل

أوجد قراءة كل من : A ، V_1 ، V_2 في الحالتين:

❶ المفتاح K مفتوح

[0.6A , 4.8V , 4.8V]

❷ المفتاح K مغلق

[1A , 4V , 4V]

V_1 V_2 r = 2Ω 8Ω K 8Ω V_B = 6V A

****

(٩) في الشكل المقابل

دائرة كهربية تتكون من بطارية 15V مقاومتها الداخلية 0.3Ω ، تتصل بمقاومة 2.7 Ω

احسب قراءة الفولتميتر فى الحالات الآتية :

١- المفتاح K مفتوح ، بفرض أن مقاومة الفولتميتر لا نهائية [15V]

٢- المفتاح K مغلق [13.5V]

2.7 Ω A V K 15 V r = 0.3 Ω

****

(١٠) فى الدائرة الموضحة

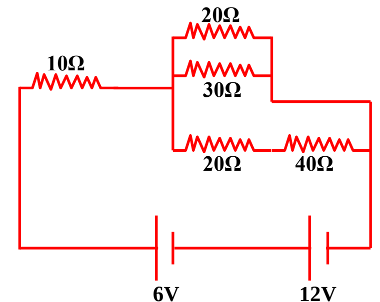
إذا أغلق المفتاح K وأخذ من المقاومة S ما قيمته $5\ \Omega$

(أ) اوجد قراءة V_1 , V_2 حينئذ .

(ب) ماذا يحدث لقراءة كل من V_1 , V_2 إذا زادت قيمة المقاومة المأخوذة من S ؟

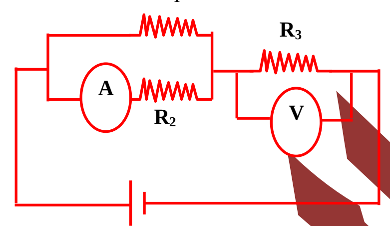
(ت) أوجد قراءة V_1 , V_2 عند فتح المفتاح K

[9 V , 4 V , 10 V , 0]



(١١) احسب المقاومة الكلية للدائرة الموضحة بالشكل وكذلك شدة التيار الكلي المار بها إذا كانت المقاومة الداخلية لكل عمود 2Ω

(20Ω - 0.75A)



(١٢) في الشكل المقابل دائرة كهربية تتكون من :
$R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 2\Omega$ وبطارية مقاومته الداخلية 1Ω
فإذا كان التيار المار في R_1 يساوي 1A احسب :

١- قراءة الأميتر (A) **[2A]**
٢- قراءة الفولتميتر (V) **[6V]**
٣- القوة الدافعة الكهربية للبطارية **[15V]**

(١٣) إذا كان لديك ثلاث مقاومات $R_1 = 3\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$, $R_3 = 2\ \Omega$
أشرح كيف توصل هذه المقاومات معًا للحصول على مقاومة مكافئة $= 4\ \Omega$
ادمج الشكل المقترح للمقاومات فى الموضع X الموضح بالرسم ، ثم ارسم الدائرة كاملة فى كراسة الإجابة ، واحسب شدة التيار المار فى المقاومة $6\ \Omega$

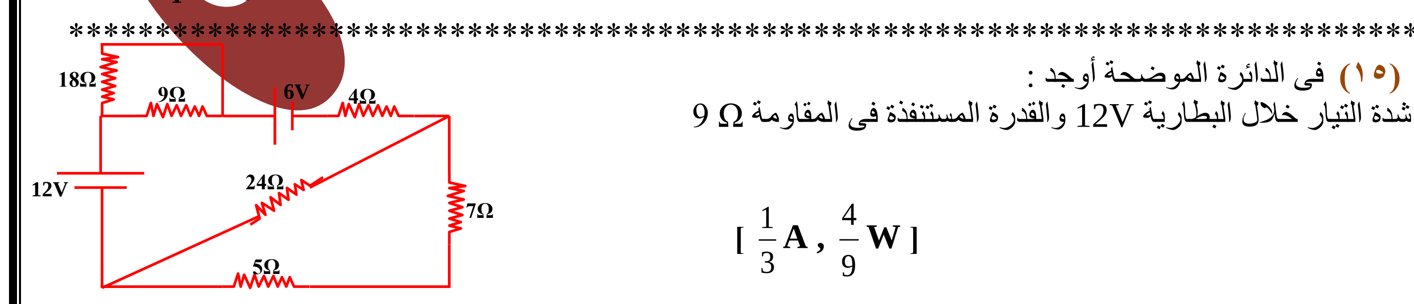
[1 A]

(١٤) من الدائرة المقابلة ، أوجد :

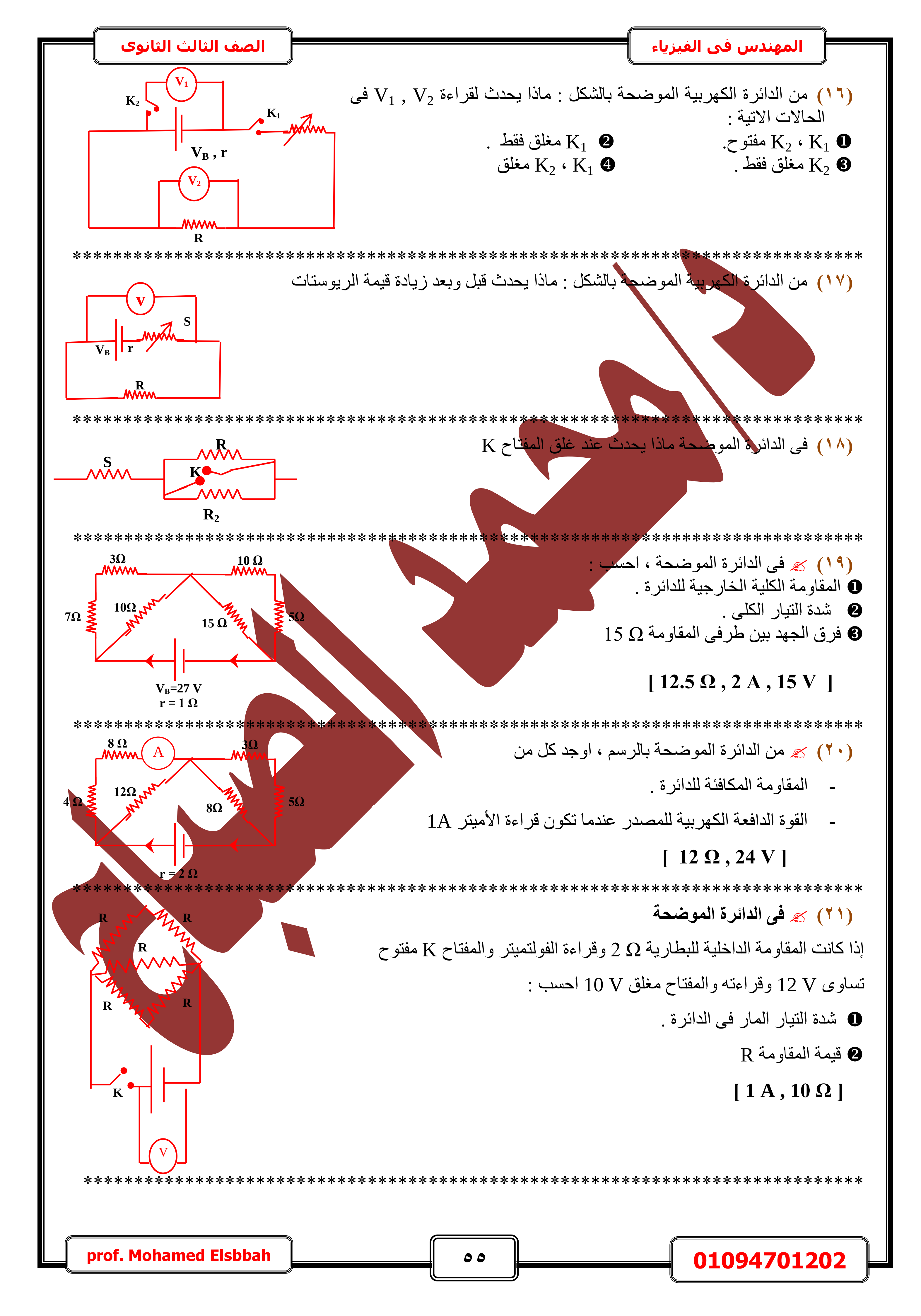
١- شدة التيار المار فى الدائرة .
٢- فرق الجهد بين النقطتين a , b
٣- فرق الجهد بين النقطتين c , b

[0.25 A , 3.5 V , 2.25 V]

(١٥) فى الدائرة الموضحة أوجد :
شدة التيار خلال البطارية 12V والقدرة المستنفذة فى المقاومة $9\ \Omega$



$$[\ \frac{1}{3}A\ ,\ \frac{4}{9}W\ ]$$



(١٦) من الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل : ماذا يحدث لقراءة V_1 , V_2 فى الحالات الاتية :

❶ K_1 ، K_2 مفتوح.
❷ K_1 مغلق فقط .
❸ K_2 مغلق فقط .
❹ K_1 ، K_2 مغلق

****

(١٧) من الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل : ماذا يحدث قبل وبعد زيادة قيمة الريوستات

****

(١٨) فى الدائرة الموضحة ماذا يحدث عند غلق المفتاح K

****

(١٩) ✍ فى الدائرة الموضحة ، احسب :

❶ المقاومة الكلية الخارجية للدائرة .
❷ شدة التيار الكلى .
❸ فرق الجهد بين طرفى المقاومة 15 Ω

[12.5 Ω , 2 A , 15 V]

****

(٢٠) ✍ من الدائرة الموضحة بالرسم ، اوجد كل من

- المقاومة المكافئة للدائرة .
- القوة الدافعة الكهربية للمصدر عندما تكون قراءة الأميتر 1A

[12 Ω , 24 V]

****

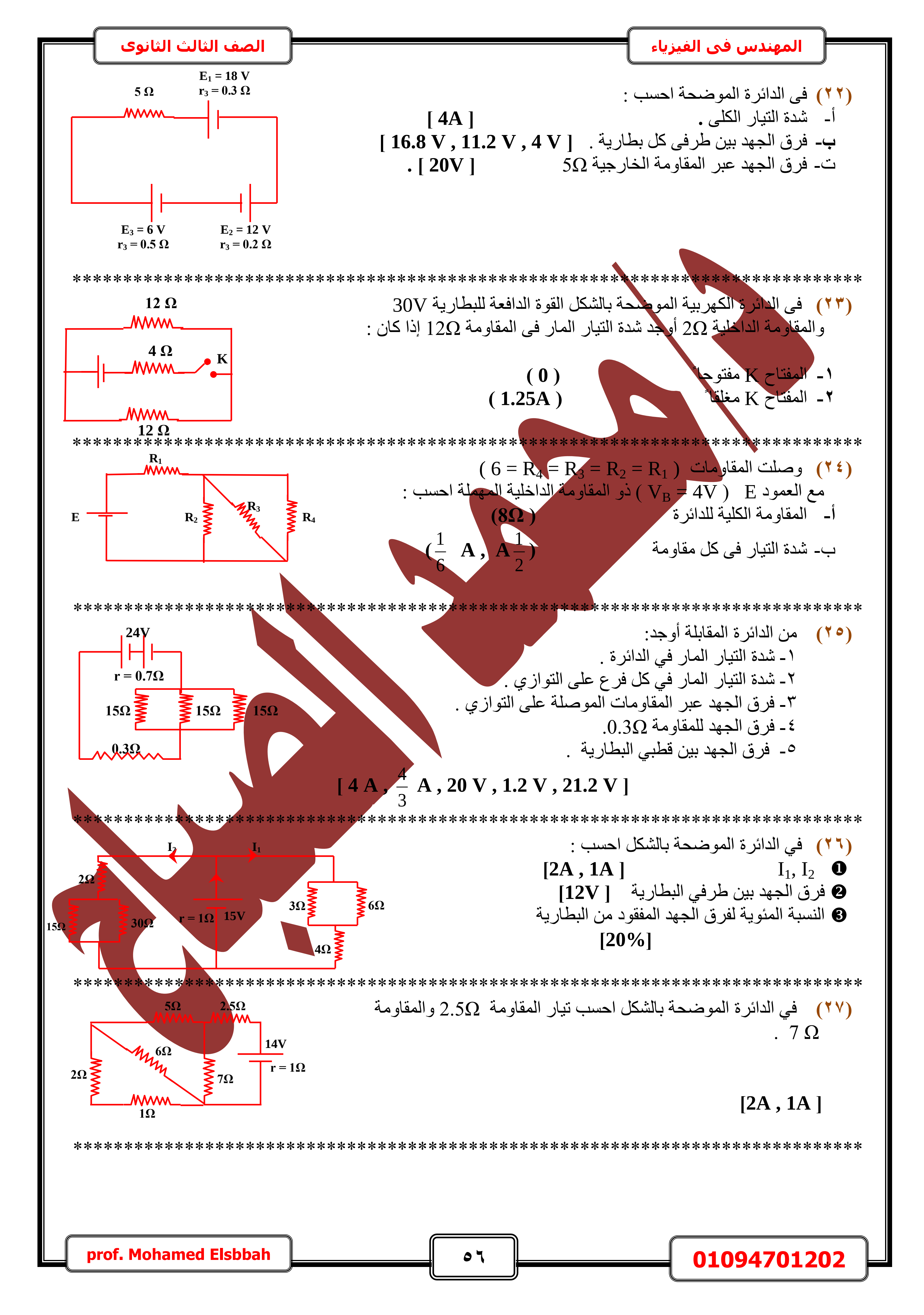
(٢١) ✍ **فى الدائرة الموضحة**

إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية 2 Ω وقراءة الفولتميتر والمفتاح K مفتوح تساوى 12 V وقراءته والمفتاح مغلق 10 V احسب :

❶ شدة التيار المار فى الدائرة .
❷ قيمة المقاومة R

[1 A , 10 Ω]

****



(٢٢) فى الدائرة الموضحة احسب :

أ- شدة التيار الكلى . **[4A]**

ب- فرق الجهد بين طرفى كل بطارية . **[16.8 V , 11.2 V , 4 V]**

ت- فرق الجهد عبر المقاومة الخارجية 5Ω . **[20V]**

****

(٢٣) فى الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل القوة الدافعة للبطارية 30V والمقاومة الداخلية 2Ω أوجد شدة التيار المار فى المقاومة 12Ω إذا كان :

١- المفتاح K مفتوحاً **(0)**

٢- المفتاح K مغلقاً **(1.25A)**

****

(٢٤) وصلت المقاومات ($R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 6$) مع العمود E ذو المقاومة الداخلية المهملة ($V_B = 4V$) احسب :

أ- المقاومة الكلية للدائرة **(8Ω)**

ب- شدة التيار فى كل مقاومة **($\frac{1}{6}$ A , $\frac{1}{2}$ A)**

****

(٢٥) من الدائرة المقابلة أوجد:

١- شدة التيار المار في الدائرة .

٢- شدة التيار المار في كل فرع على التوازي .

٣- فرق الجهد عبر المقاومات الموصلة على التوازي .

٤- فرق الجهد للمقاومة 0.3Ω.

٥- فرق الجهد بين قطبي البطارية .

[4 A , $\frac{4}{3}$ A , 20 V , 1.2 V , 21.2 V]

****

(٢٦) في الدائرة الموضحة بالشكل احسب :

❶ I_1, I_2 **[2A , 1A]**

❷ فرق الجهد بين طرفي البطارية **[12V]**

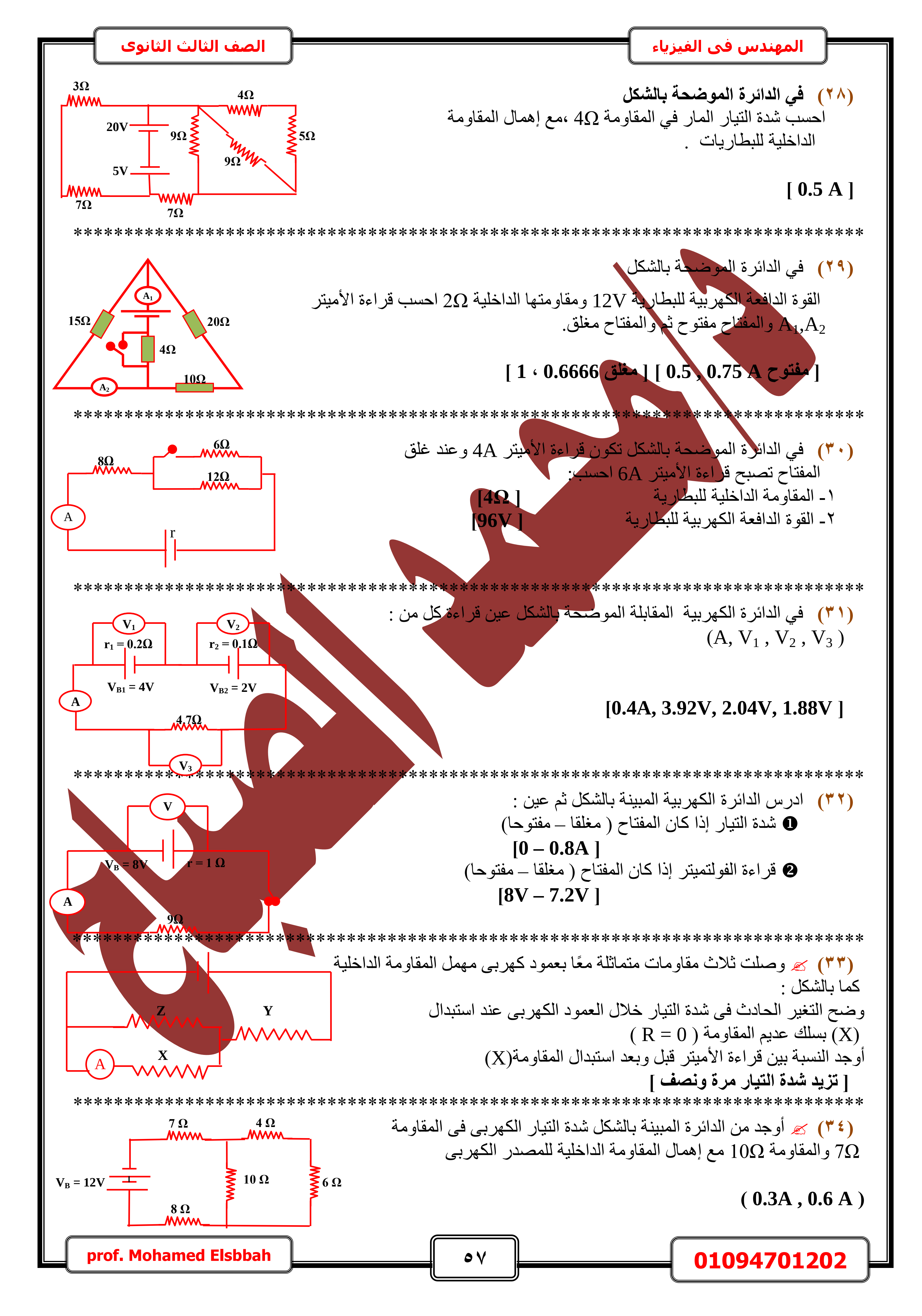
❸ النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود من البطارية **[20%]**

****

(٢٧) في الدائرة الموضحة بالشكل احسب تيار المقاومة 2.5Ω والمقاومة 7 Ω .

[2A , 1A]

****



(٢٨) في الدائرة الموضحة بالشكل
احسب شدة التيار المار في المقاومة 4Ω ،مع إهمال المقاومة الداخلية للبطاريات .

[0.5 A]

****

(٢٩) في الدائرة الموضحة بالشكل
القوة الدافعة الكهربية للبطارية $12V$ ومقاومتها الداخلية 2Ω احسب قراءة الأميتر A_1, A_2 والمفتاح مفتوح ثم والمفتاح مغلق.

[1 ، 0.6666 مغلق] [0.5 , 0.75 A مفتوح]

****

(٣٠) في الدائرة الموضحة بالشكل تكون قراءة الأميتر $4A$ وعند غلق المفتاح تصبح قراءة الأميتر $6A$ احسب:
١ـ المقاومة الداخلية للبطارية **[4Ω]**
٢ـ القوة الدافعة الكهربية للبطارية **[96V]**

****

(٣١) في الدائرة الكهربية المقابلة الموضحة بالشكل عين قراءة كل من :
(A, V_1 , V_2 , V_3)

[0.4A, 3.92V, 2.04V, 1.88V]

****

(٣٢) ادرس الدائرة الكهربية المبينة بالشكل ثم عين :
❶ شدة التيار إذا كان المفتاح (مغلقا – مفتوحا)
[0 – 0.8A]
❷ قراءة الفولتميتر إذا كان المفتاح (مغلقا – مفتوحا)
[8V – 7.2V]

****

(٣٣) ✍ وصلت ثلاث مقاومات متماثلة معًا بعمود كهربى مهمل المقاومة الداخلية كما بالشكل :
وضح التغير الحادث فى شدة التيار خلال العمود الكهربى عند استبدال (X) بسلك عديم المقاومة (R = 0)
أوجد النسبة بين قراءة الأميتر قبل وبعد استبدال المقاومة(X)
[تزيد شدة التيار مرة ونصف]

****

(٣٤) ✍ أوجد من الدائرة المبينة بالشكل شدة التيار الكهربى فى المقاومة 7Ω والمقاومة 10Ω مع إهمال المقاومة الداخلية للمصدر الكهربى

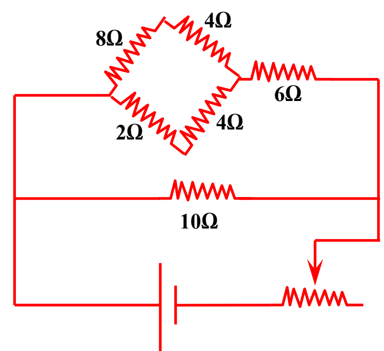
(0.3A , 0.6 A)

(٣٥) ✍ في الدائرة الكهربية الموضحة بالرسم احسب كلا من :

❶ قيمة الجزء المأخوذ من الريوستات [6 Ω]

❷ شدة التيار المار في المقاومة ٢ أوم [$\frac{1}{3}$]

علما بأن : $I = 1A$, $r = 1\ \Omega$, $V_B = 12V$





(٣٦) بطارية سيارة قوتها الدافعة الكهربية 12V ومقاومتها الداخلية 0.5Ω احسب النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود من هذه البطارية عند استخدامها في إضاءة مصباح مقاومته 2 Ω . **[20 %]**

****

(٣٧) فى الدائرة الموضحة إذا كانت قراءة الفولتميتر 15V أحسب :

١) القوة الدافعة الكهربية .
٢) قدرة البطارية .
٣) القدرة المستهلكة داخل البطارية .
٤) الهبوط فى الجهد عبر البطارية .
٥) الحرارة المتولدة فى المقاومة 4Ω لمدة دقيقة .

3Ω, 4Ω, 2Ω, V, r = 1Ω, 2Ω

[36 V , 108 watt , 9 watt , 33 watt , 2160 Joule]

****

(٣٨) عمود كهربي إذا وصل قطباه بمقاومة خارجية مقدارها 3 Ω يمر تيار في الدائرة شدته 0.3A وإذا وصل بمقاومة مقدارها 8 Ω مر في الدائرة تيار شدته 0.15A احسب :١- فرق الجهد بين قطبي العمود في كل حالة .
٢- المقاومة الداخلية للعمود . ٣- القوة الدافعة الكهربية للعمود . **[0.9 V , 1.2 V , 2 Ω , 1.5 V]**

****

(٣٩) ✍ دائرة كهربية تحتوى على أربع مقاومات R_1 , R_2 , R_3 , R_4 فإذا مر فى هذه المقاومات A(3 , 0.3 , 0.4 , 0.2) على الترتيب وكانت قيمة $R_1 = 6\Omega$, $R_3 = 15\Omega$ وكانت المقاومة الداخلية للبطارية 1Ω بين بالرسم كيفية توصيل هذه المقومات ثم احسب المقاومة الكلية للدائرة وجهد البطارية . **[6.67 Ω , 6 V OR 13 Ω , 8.4 V]**

****

(٤٠) ✍ سلكان متماثلان من مادة واحدة طول كل منهما 50cm ومساحة مقطع كل منهما $2mm^2$ وصلا معًا على التوالي مع مصدر كهربي مقاومته الداخلية 0.5Ω فمر تيار شدته 2A في الدائرة وعند توصيلهما معا على التوازي مع نفس المصدر مر في الدائرة تيار شدته 6A احسب: ١- القوة الدافعة للمصدر . ٢- المقاومة النوعية لمادة السلكان .
[9V – 8×10^{-6} Ω.m]

****

(٤١) ✍ أوجد عدد المصابيح التي يمكن أن يضيئها منبع كهربي قوته الدافعة 230V ومقاومته الداخلية 20Ω إذا وصلت هذه المصابيح مرة على التوالي ثم مرة أخرى على التوازي علما بأن مقاومة كل مصباح 10Ω وشدة التيار اللازمة لإضاءة كل مصباح هي 1A . **[٢١ مصباح – ١٢ مصباح]**

****

(٤٢) ✍ وصلت بطارية 6 V مقاومتها الداخلية 1 Ω وأميتر مقاومته مهملة ومقاومة ثابتة (R) وريوستات معًا على التوالى ، فعند ضبط الزالق عند بداية الريوستات مر بالدائرة تيار شدته 0.6 A وعند ضبط الزالق عند نهاية الريوستات مر بالدائرة تيار شدته 0.1 A احسب ❶ المقاومة (R). ❷ مقاومة الريوستات . **[9 Ω , 50 Ω]**

****

(٤٣) ✍ مقاومتان $R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 4\ \Omega$ وصلتا معًا على التوازى بين طرفى مصدر كهربى قوته الدافعة الكهربية 6 V ومقاومته الداخلية 0.1 Ω احسب :❶ شدة التيار المار فى الدائرة . ❷ القدرة الكهربية المستهلكة من المصدر الكهربى .
❸ معدل الطاقة الكهربية المستنفذة فى R_1 وكذلك فى R_2 ❹ القدرة الكهربية المستمدة من المصدر

[2.4 A , 14.4 W , 5.53 W , 8.29 W , 13.82w]

(٤٤) عمود كهربى متصل مع مقاومة (R) فكانت شدة التيار المار فيها هى (I) وعندما وصلت مقاومة أخرى $\frac{R}{2}$ مع المقاومة الأولى على التوازى زادت شدة التيار الى الضعف احسب المقاومة الداخلية للعمود الكهربى بدلالة R $[\frac{R}{3}]$

****

(٤٥) ✍ ثلاثة مقاومات 16 Ω , 6 Ω , 8 Ω متصلة معًا ثم وصلت المجموعة بمصدر تيار كهربى مقاومته الداخلية 1.2 Ω وعند غلق الدائرة كان فرق الجهد على المقاومات 4 V , 6 V , 2 V على الترتيب ، احسب القوة الدافعة الكهربية للمصدر . **[7.5 V]**

****

(٤٦) اوجد المقاومة الداخلية لبطارية كفاءتها 80% وقوتها الدافعة 12V عندما توصل بدائرة مقاومتها الخارجية 20Ω . **[5Ω]**

****

(٤٧) ✍ سلك معدني طوله 30m ومساحة مقطعه $0.3cm^2$ والمقاومة النوعية لمادته 5×10^{-7} Ω.m وصل على التوالي مع مقاومة مقدارها 8.5 Ω وبطارية قوتها الدافعة الكهربية 18V ومقاومتها الداخلية 1Ω احسب شدة التيار المار في الدائرة . **[1.8 A]**

****

(٤٨) ✍ إذا كان فرق الجهد في منطقة ما 110V وكان المنصهر لأحد المنازل في المنطقة لا يتحمل تيار أكبر من 10A ، احسب عدد المصابيح التي يمكن إضاءتها في هذا المنزل دفعة واحدة إذا كانت مقاومة كل مصباح 60Ω ومقاومة باقي أجزاء الدائرة 1Ω **[6 مصباح]**

****

(٤٩) ✍ مصباح كهربي قدرته 36watt ولا تتحمل فتيلته فرقا في الجهد أكثر من 12V ، يراد إضاءته باستخدام مصدر كهربي قوته الدافعة الكهربية 21V وذلك عن طريق استخدام مقاومة عديمة الحث وضح مع رسم الدائرة الكهربية المستخدمة طريقة توصيل المصباح بالمقاومة حتى تتم إضاءته دون أن يتلف ثم احسب قيمة تلك المقاومة مع إهمال المقاومة الداخلية للمصدر **[3Ω]**

****

(٥٠) ✍ لديك 4 مقاومات 40 Ω , 12 Ω , 10 Ω , 4 Ω متصلة مع بطارية مقاومتها الداخلية 1 Ω فإذا كان التيار المار فى المقاومة 4 Ω والمقاومة 10 Ω والبطارية هى 0.75 أمبير ، 0.8 أمبير ، 1 أمبير على الترتيب ،بين بالرسم طريقة توصيل هذه المقاومات فى الدائرة .ثم اوجد

- المقاومة الكلية للدائرة .
- القوة الدافعة للبطارية .

[12 Ω , 12 V]

****

(٥١) ✍ أربع مقاومات قيمة كل منها 2 Ω , 4 Ω , 10 Ω , 12 Ω وصلت ببطارية قوتها الدافعة الكهربية 6 V ومقاومتها الداخلية 2 Ω ، وجد أن شدة التيار المار بالمقاومة 4 Ω ضعف التيار المار بالمقاومة 2Ω .وضح بالرسم طريقة توصيل هذه المقاومات ثم احسب شدة التيار المار فى البطارية **[0.5 A]**

****

(٥٢) ✍ دائرة كهربية مكونة من بطارية 20 V ومقاومتها 1.25 Ω وصلت بمقاومتين (أ ، ب) متصلتين على التوازى ومقدار هما 15 Ω , 5Ω على الترتيب والمجموعة متصلة على التوالى بمقاومة ثالثة (جـ) قيمتها 45 Ω احسب :

(أ) المقاومة المكافئة للدائرة (ب) شدة التيار المار فى كل مقاومة .

[48.75 Ω , 0.3 A , 0.1 A , 0.4 A]

****

(٥٣) ✍ **فى الشكل البيانى المقابل :**

إذا كانت المقاومة الداخلية للعمود الكهربى 1.5 Ω ، احسب

(أ) قيمة القوة الدافعة الكهربية للعمود

(ب) قيمة النقطة X بالأمبير .

[30 V , 20 A]

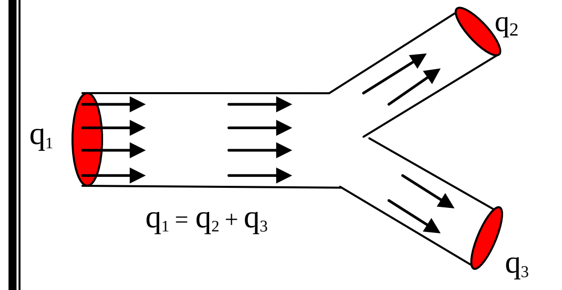
****

الدرس الربع

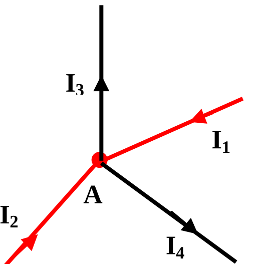
قانونا كيرشوف

هناك دوائر كهربية معقدة مكونة من عدة فروع وبالتالى يصعب تطبيق قانون أوم عليها لاختلاف شدة التيار المار فى كل فرع فيها ، لذلك قام العالم الألماني كيرشوف بوضع قانونين يمكن من خلالهما التعامل مع الدوائر الكهربية المعقدة .

القانون الاول لكيرشوف



- لقد عرفنا أن التيار الكهربى فى الموصلات المعدنية عبارة عن سيل من الإلكترونات السالبة (شحنات كهربية) تنتقل من نقطة لأخرى .
- لا يمكن أن تتراكم هذه الشحنات فى نقطة معينة عبر الدائرة بل تتحرك باستمرار خلالها ولذلك لا يشحن الموصل أثناء مرور التيار الكهربى فيه .



نص القانون الأول لكيرشوف

مجموع التيارات الكهربية الداخلة عند نقطة فى دائرة كهربية مغلقة يساوى مجموع التيارات الخارجة منها .
أو
المجموع الجبرى للتيارات عند نقطة فى دائرة مغلقة يساوى صفر

- الصيغة الرياضية الأول لكيرشوف :

مجموع التيارات الداخلة للنقطة (A) = مجموع التيارات الخارجة من النقطة (A)

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

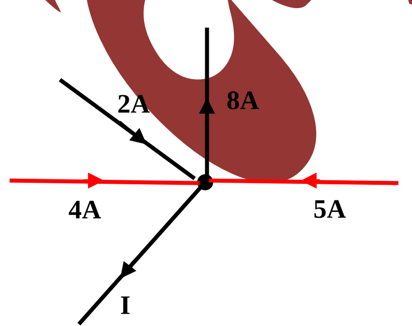
$$\Sigma I = 0$$

ملاحظات هامة

- عند تطبيق قانون كيرشوف الاول ($\Sigma I = 0$) عند نقطة تفرع يأخذ التيار الداخل للنقطة إشارة موجبة (+) بينما يأخذ التيار الخارج من النقطة إشارة سالبة (–) .
- يعتبر قانون كيرشوف الأول تطبيقاً لقانون حفظ الشحنة (أى أن مقدار الشحنة الكهربية الداخلة الى نقطة ما هو نفس مقدار الشحنة الخارجة من هذه النقطة) لأن شدة التيار (بالأمبير) تساوى مقدار الشحنات الكهربية (بالكولوم) التى تعبر مقطع معين فى الثانية الواحدة .
- يستخدم قانون كيرشوف الأول فى دوائر التوازى (دوائر تشتمل على مقاومات متصلة على التوازى) لوجود نقاط تفرع وتوزيع للتيار .

أمثلة محلولة

١ ـ من الشكل المقابل ، احسب مقدار شدة التيار (I)



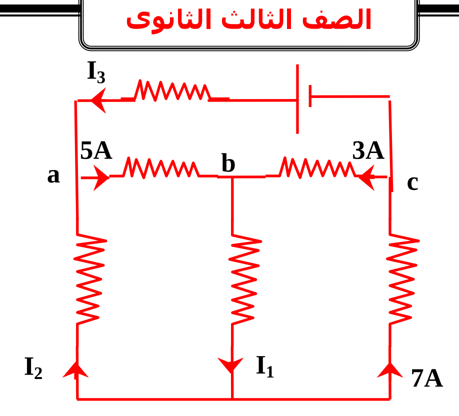
الحل

طبقًا لقانون كيرشوف الاول

$$4 + 5 + 2 = 8 + I$$

$$I = 3\ A$$

****



٢ـ احسب قيم شدة التيارات المبينة بالشكل المقابل .

الحل

عند النقطة (a) هناك تياران مجهولان I_2 , I_3 بينما عند كل من النقطتين (b) , (c) هناك تيار واحد مجهول القيمة I_1 , I_3 على الترتيب .

	الرسم	التطبيق
❶	5A b 3A I_1	عند النقطة (b) $I_1 = 5 + 3 = 8$ A
❷	I_3 3A c 7A	عند النقطة (c) $7 = 3 + I_2$ $\therefore I_3 = 4$ A
❸	I_3 a 5A I_2	عند النقطة (a) $I_2 + I_3 = 5$ $\therefore I_2 + 4 = 5$ $\therefore I_2 = 5 - 4 = 1$ A

****

٣ـ احسب قيم شدة التيار (I) بالشكل المقابل .

4 A
6 Ω
2 A
d
c
e
3 Ω
2 Ω
1 A
2 Ω
a
b
2 Ω
I

الحل

عند النقطة (b)

هناك ثلاثة مقاومات توازى قيمتها 2Ω وبالتالى تكون شدة التيار ثابتة فيهم هى 1A وبالتالى يكون مجموع التيار الداخل الى الثلاث مقاومات هو 3A ، اى أن تيار ab = 3A

عند النقطة (d)

هناك مقاومتان توازى قيمتهم 3Ω , 6Ω وقيمة التيار المار بالمقاومة 6Ω هى 2A ، لذا يتم توزيع التيار بعكس نسب المقاومات فيمر بالمقاومة 3Ω تيار شدته 4A وبالتالى يكون مجموع التيار الداخل الى المقاومتان هو 6A . اى أن تيار cd = 6A

مما سبق فان قيمة التيار I = تيار ab + تيار cd + 4Ω

I = 3 + 6 + 4 = 13A

****

3A
a
5A
I

ملحوظة هامة

فى الشكل المقابل قيمة شدة التيار I هى (-8A)

القانون الثانى لكيرشوف

سبق أن عرفنا أن :

فرق الجهد الكهربى (V)
- يعبر عن الشغل المبذول أو الطاقة اللازمة لتحريك الشحنات الكهربية عبر جزء من الدائرة .
- يقاس بالفولت .
- يحسب من العلاقة : $V = IR$

حيث : (R) هى مقاومة الجزء المراد حساب فرق الجهد بين طرفيه فى الدائرة .

القوة الدافعة الكهربية (V_B)
- يعبر عن الشغل المبذول أو الطاقة اللازمة لتحريك الشحنات الكهربية عبر الدائرة كلها مرة واحدة .
- تقاس بالفولت .
- تحسب من العلاقة : $V = I (R^\backslash + r)$

حيث : ($R^\backslash$) المقاومة الخارجية الكلية .

(r) : المقاومة الداخلية للمصدر .

وقد قام كيرشوف بصياغة العلاقة بين فرق الجهد الكهربى والقوة الدافعة الكهربية كما يلى :

نص القانون الثانى لكيرشوف

" المجموع الجبرى للقوى الدافعة (المحركة) الكهربية فى دائرة مغلقة يساوى المجموع الجبرى لفروق الجهد فى الدائرة "

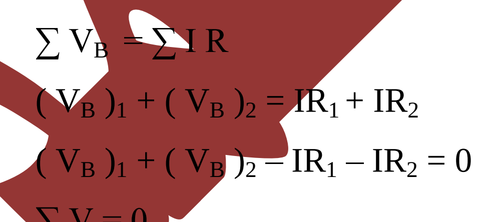
أو

" المجموع الجبرى لفروق الجهد الكهربية فى مسار مغلق يساوى صفر "



◈ ☜ **الصيغة الرياضية للقانون الثانى لكيرشوف :**

I R₁ (V_B)₁ R₂ (V_B)₂



$$\sum V_B = \sum I R$$

$$(V_B)_1 + (V_B)_2 = IR_1 + IR_2$$

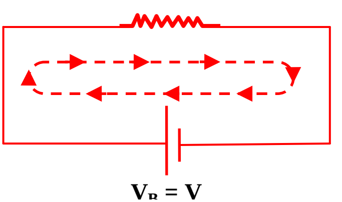
$$(V_B)_1 + (V_B)_2 - IR_1 - IR_2 = 0$$

$$\sum V = 0$$

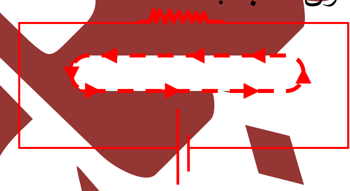
ملاحظات

* يطبق القانون الثانى لكيرشوف على عدة مسارات مغلقة .
* يعتبر القانون الثانى لكيرشوف تطبيقًا لقانون بقاء الطاقة .
* عند تطبيق القانون الثانى لكيرشوف ($\sum V_B = \sum IR$) على مسار مغلق يجب مراعاة قاعدة الإشارات الآتية :

(أ) – إذا كان اتجاه المسار الذى فرضناه من القطب السالب الى القطب الموجب داخل مصدر الجهد (البطارية) فإن قيمة القوة الدافعة الكهربية لهذا المصدر تكون **موجبة** .

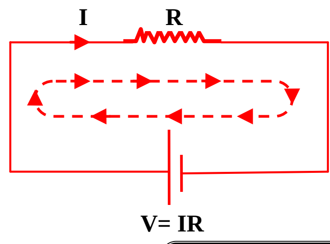


– إذا كان اتجاه المسار الذى فرضناه من القطب الموجب الى القطب السالب داخل مصدر الجهد (البطارية) فإن قيمة القوة الدافعة الكهربية لهذا المصدر تكون **سالبة** .

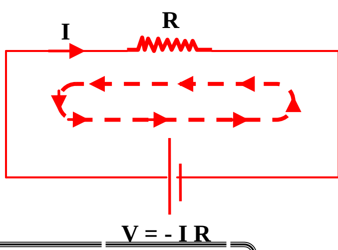


إذا كانت المقاومات متصلة معًا على التوالي أو التوازي يفضل إيجاد المقاومة المكافئة لهم قبل أن نبدأ فى تطبيق قانونى كيرشوف

(ب) – إذا كان اتجاه المسار الذى فرضناه هو **نفس اتجاه** التيار المار فى مقاومة ما ، فإن قيمة فرق الجهد بين طرفي هذه المقاومة يكون **موجب** .



– إذا كان اتجاه المسار الذى فرضناه هو **عكس اتجاه** التيار المار فى مقاومة ما ، فإن قيمة فرق الجهد بين طرفي هذه المقاومة يكون **سالب** .



كيفية حل مسائل كيرشوف

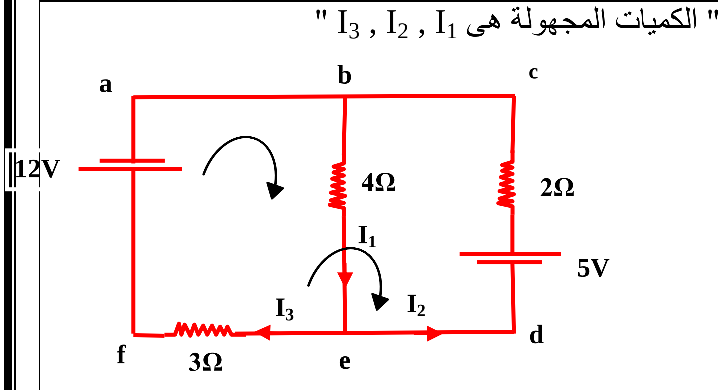
إذا كان لديك دائرة كهربية كالموضحة بالشكل فلحساب شدة التيار فى كل مقاومة نتبع الخطوات الآتية :

a b c 12V 4Ω 2Ω I_1 5V I_3 I_2 d f 3Ω e

١

- حدد عدد الكميات المجهولة المراد حسابها .
- افرض اتجاهًا معينًا لكل تيار مجهول . " مع العلم ان هذه الاتجاهات ليست بالضرورة صحيحة ".
- حدد اتجاهًا لكل مسار مغلق بصورة عشوائية " مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة " .

" الكميات المجهولة هى I_1 , I_2 , I_3 "



٢

طبق قانون كيرشوف الأول عند نقطة تفرع للتيار مرة واحدة بحيث يكون :

مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة .

وبذلك تكون قد حصلت على **المعادلة الأولى .**

عند نقطة التفرع (e)

I_1 I_3 e I_2

$I_1 = I_2 + I_3$ ➊

٣

اختر مسارًا مغلقًا وطبق قانون كيرشوف الثانى خلاله بحيث يكون :

المجموع الجبرى للقوة الدافعة الكهربية = المجموع الجبرى لفروق الجهد .

وبذلك تكون قد حصلت على المعادلة الثانية مع مراعاة قاعدة الإشارات

عبر المسار (abefa)

a b c 12 4Ω 2Ω I_1 5V I_3 I_2 d f 3Ω e

$12 = 4\,I_1 + 3\,I_3$ ➋

٤

كرر الخطوة السابقة على عدة مسارات حتى يتساوى عدد المعادلات مع عدد القيم المجهولة

عبر المسار (abcdefa)

a b c 12 4Ω 2Ω I_1 5V I_3 I_2 f 3Ω e d

$12 - 5 = 3\,I_3 - 2\,I_2$

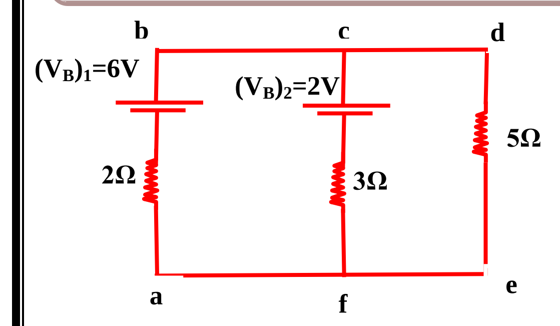
$12 = 4\,I_1 + 3\,I_3$ ➌

٥ حل المعادلات ❶ ، ❷ ، ❸ آنيًا وبذلك تكون قد حصلت على القيم المجهولة ، وهى :
$I_1 = 1.5\ A\ ,\ I_2 = -0.5\ A\ ,\ I_3 = 2\ A$

٦ إذا كانت القيم المحسوبة للتيار :
- موجبة : يكون الاتجاه الصحيح هو نفس الاتجاه المفروض فى البداية .
- سالبة : يكون الاتجاه الصحيح فى عكس الاتجاه المفروض فى البداية .



أمثلة محلولة

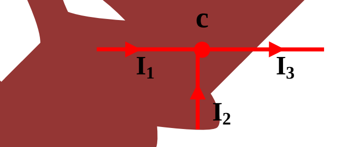


(١) فى الدائرة الموضحة بالشكل المقابل ، احسب :
(ا) شدة التيار المار فى كل فرع .
(ب) فرق الجهد بين النقطتين a , b .

الحل

(١) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة .

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (c)



$I_1 + I_2 = I_3$ ❶

(٣) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (abdea)

$6 = 2\ I_1 + 5\ I_3$ ❷

(٤) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (fcdef)

$2 = 3\ I_2 + 5\ I_3$ ❸

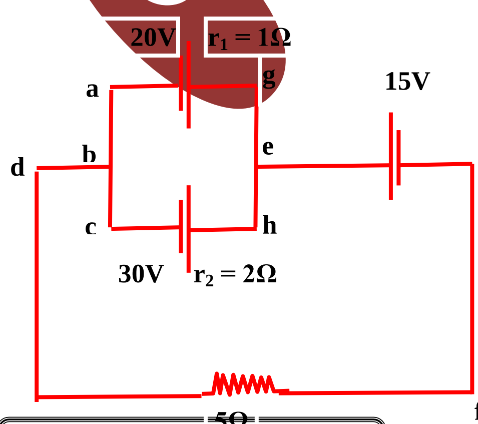
(٥) وباستخدام الآلة الحاسبة فيكون $I_3 = \frac{22}{31}A$, $I_2 = -\frac{16}{31}A$, $I_1 = \frac{38}{31}A$

(٦) حساب فرق الجهد بين النقطتين a , b

$$V_{ab} = V_b - V_a = V_B - IR$$

$$V_{ab} = 6 - (\frac{38}{31} \times 2) = \frac{110}{31}V$$

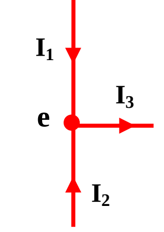
****



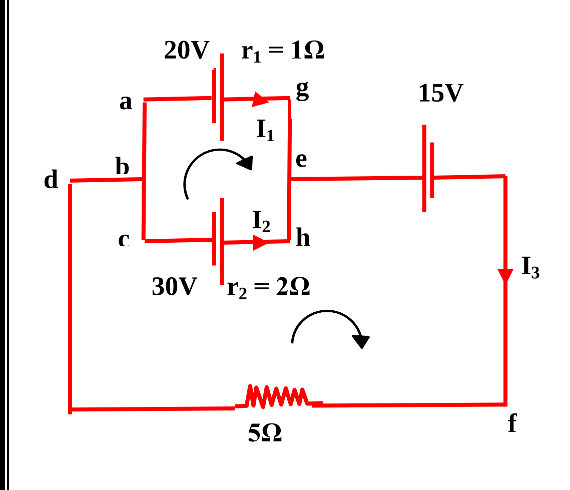
(٢) فى الدائرة الموضحة بالشكل المقابل ، احسب :
(ا) شدة التيار المار فى كل بطارية . (ب) فرق الجهد بين قطبى كل بطارية
(جـ) فرق الجهد بين طرفى المقاومة 5Ω .

الحل

(١) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة .



(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (e)



$I_1 + I_2 = I_3$ ....► ❶

(٣) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (cbagehc)

$$20 - 30 = I_1 - 2I_2$$

$-10 = I_1 - 2I_2$ ....► ❷

(٤) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (dbagefd)

$$20 - 15 = I_1 + 5I_3$$

$5 = I_1 + 5I_3$ ....► ❸

(٥) وباستخدام الآلة الحاسبة فيكون

$I_1 = -2.35\ A$, $I_2 = 3.824A$, $I_3 = 1.47A$

(٦) فرق الجهد بين قطبى البطارية 20V

$$V_1 = V_B + Ir_1 = 20 + (2.35 \times 1) = 22.35\ V$$

(٧) فرق الجهد بين قطبى البطارية 30V

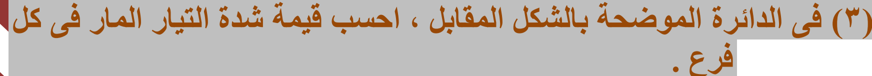
$$V_2 = V_B - Ir_2 = 30 - (3.824 \times 2) = 22.35\ V$$

$$V_3 = 15\ V$$

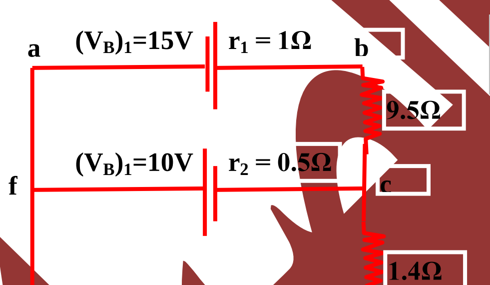
(٨) فرق الجهد بين طرفى المقاومة 5Ω

$$V_R = I_3 R = 1.47 \times 5 = 7.35\ V$$

****



(٣) فى الدائرة الموضحة بالشكل المقابل ، احسب قيمة شدة التيار المار فى كل فرع .



الحل

(١) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة .

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (c)

$I_1 + I_2 = I_3$ ....► ❶

(٣) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (fabcf)

$$15 + 10 = (1+9.5)I_1 + 0.5I_2$$

$25 = 10.5I_1 + 0.5I_2$ ....► ❷

(٤) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (edcfe)

$$3 + 10 = (0.1+1.4)I_3 + 0.5I_2$$

$$13 = 1.5I_3 + 0.5I_2$$

$26 = 3I_3 + 5I_2$ ....► ❸

(٥) وباستخدام الآلة الحاسبة فيكون $I_1 = 2\ A$, $I_2 = 8A$, $I_3 = 6A$

(٤) فى الدائرة الموضحة وباستخدام قانونا كيرشوف احسب قيمة كلا من : ❶ V_{B1} , V_{B2} ❷ فرق الجهد بين النقطتين e , b

الحل

نفرض اتجاهات التيار I و المسارات كما هو موضح بالدائرة

(١) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (b)

$$1.4 = I + 0.8$$
$$I = 0.6 \text{ A}$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (abefa)

$$(V_B)_1 = (5 \times 1.4) + (0.8 \times 10) = 7 + 8$$
$$(V_B)_1 = 15 \text{ volt}$$

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (bcdeb)

$$(V_B)_2 = -(5 \times 0.6) + (0.8 \times 10) = -3 + 8$$
$$(V_B)_1 = 5 \text{ volt}$$

فرق الجهد بين النقطتين e , b

$$V_{eb} = IR = 0.8 \times 10 = 8 \text{ V}$$

****

(٥) 🕮 احسب المقاومة الكلية للدائرة الموضحة بالشكل .

الحل

(١) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة .

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (c)

$$I_2 - I_4 = I_5 \quad ❶$$

بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (d)

$$I_3 + I_4 = I_6 \quad ❷$$

(٣) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (dbc)

$$0 = I_2 + I_4 - I_3 \quad \text{.........►} \quad ❸$$

(٤) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (dce)

$$2 I_5 - I_6 - I_4 = 0$$

بالتعويض فى المعادلتين ❶ ، ❷

$$2(I_2 - I_4) - (I_3 + I_4) - I_4 = 0$$
$$2 I_2 - 2 I_4 - I_3 - I_4 - I_4 = 0$$

$$2 I_2 - 4 I_4 - I_3 = 0 \quad \text{.........►} \quad ❹$$

(٥) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (abcefa)

$$I_2 + 2 I_5 = 13$$

بالتعويض فى المعادلة ❶

$$I_2 + 2(I_2 - I_4) = 13$$
$$I_2 + 2 I_2 - 2 I_4 = 13 \quad \text{.........►} \quad ❺$$

(٦) وباستخدام الآلة الحاسبة فى المعادلات ❸ ، ❹ ، ❺ فيكون :

$I_2 = 5$ A , $I_3 = 6$A , $I_4 = 1$A

(٧) وبالتالى يمكن حساب المقاومة المكافئة من العلاقة التالية :

$$R_T = \frac{V_B}{I_T} = \frac{V_B}{I_1} = \frac{V_B}{I_2 + I_3} = \frac{13}{5+6} = \frac{13}{11} = 1.18\Omega$$

(٦) في الدائرة الموضحة أوجد قيمة I_1 , I_2 , I_3

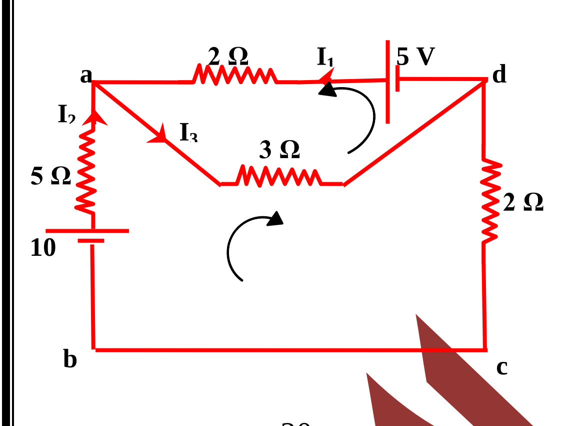
الحل

في الدائرة الموضحة بالشكل فان المقاومات 4Ω , 6Ω ,12Ω ثلاثة مقاومات متصلين على التوازى . والمحصلة لهم يتم الحصول عليها كالتالى :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3+2+1}{12} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

$$R_{eq} = 2\Omega$$

وبالتالى يمكن تبسيط الدائرة كما بالشكل :



(١) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (a)

$I_1 + I_2 = I_3$ ❶

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (ada)

$5 = 2 I_1 + 3 I_3$ ❷

(٣) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (adcba)

$10 = 5 I_2 + 3 I_3 + 2 I_2$

$10 = 7 I_2 + 3 I_3$ ❸

(٤) من المعادلات ❶ ، ❷ ، ❸ وباستخدام الآلة الحاسبة فيكون :

$I_1 = \frac{20}{41}$ A , $I_2 = \frac{35}{41}$ A , $I_3 = \frac{55}{41}$ A

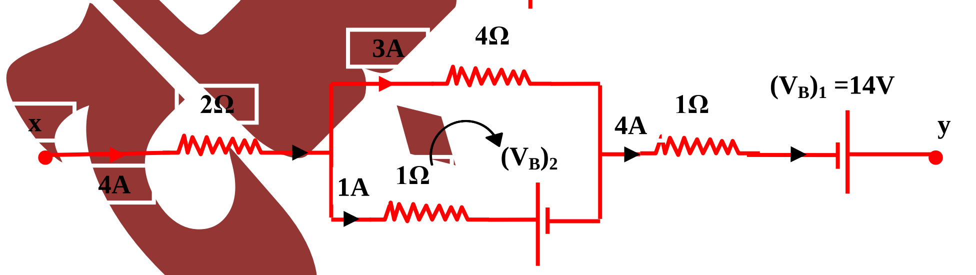
****

(٧) ✍ فــي الشــكل المقابــل و باستخدام قانونا كيرشوف احسب

❶ $(V_B)_2$

❷ فرق الجهد بين نقطتين x , y

الحل



(١) نقوم برسم الدائرة مرة أخرى ونوقع عليها اتجاهات وقيم التيار تطبيقًا لقانون كيرشوف الاول

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار المغلق

$(V_B)_2 = (-1 \times 1) + (3 \times 4) = 12 – 1$

$\mathbf{(V_B)_2 = 11\ volt}$

(٣) فرق الجهد بين النقطتين x , y هو عبارة عن مجموع فروق الجهد للمجموعة كما يلى :

$V_{xy} = (4 \times 2) + (3 \times 4) + (4 \times 1) – (14) = 8 + 12 + 4 – 14$

$\mathbf{V_{xy} = 10\ volt}$

(٨) في الدائرة الموضحة أوجد قيمة $I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5$

الحل

(١) سوف نقوم بتبسيط الرسم عن طريق دمج المقاومتان 15Ω , 80Ω على التوازى

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{80} = \frac{16+3}{240} = \frac{19}{240}$$

$$R_{eq} = \frac{240}{19}\Omega$$

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (f)

$$I_2 = I_1 + I_3$$

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \quad \text{❶}$$

(٣) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (abcfa)

$$20 - 5 = -10 I_2 - \frac{240}{19} I_1$$

$$15 = -10 I_2 - \frac{240}{19} I_1$$

$$-\frac{240}{19} I_1 - 10 I_2 + 0 = 15 \quad \text{❷}$$



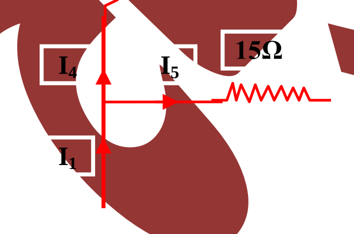
(٤) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (fcdef)

$$5 = \frac{240}{19} I_1 - 10 I_3$$

$$\frac{240}{19} I_1 + 0 - 10 I_3 = 5 \quad \text{❸}$$

(٥) من المعادلات ❶ ، ❷ ، ❸ وباستخدام الآلة الحاسبة فيكون :

$$I_1 = -\frac{19}{67} A \quad , \quad I_2 = -\frac{153}{134} A \quad , \quad I_3 = -\frac{115}{134} A$$



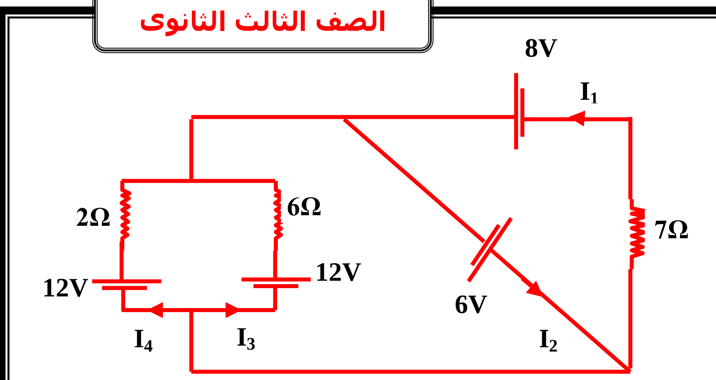
(٦) نعود مرة أخرى للدائرة الاساسية للحصول على التياران I_4 , I_5

فنجد أن $I_1 = I_4 + I_5$

سوف نقوم بتوزيع التيار $I_1 = -\frac{19}{67}$ على المقاومتين بعكس نسب المقاومتين فيكون تيار المقاومة 80Ω هو ($I_4 = -\frac{3}{67} A$) ويكون تيار المقاومة 15Ω هو ($I_5 = -\frac{16}{67} A$)

****

(٩) في الدائرة الموضحة أوجد قيمة $I_1 , I_2 , I_3 \ I_4$





(١) بتطبيق قانون كيرشوف الاول عند النقطة (c)

$$I_2 = I_1 + I_3 + I_4$$

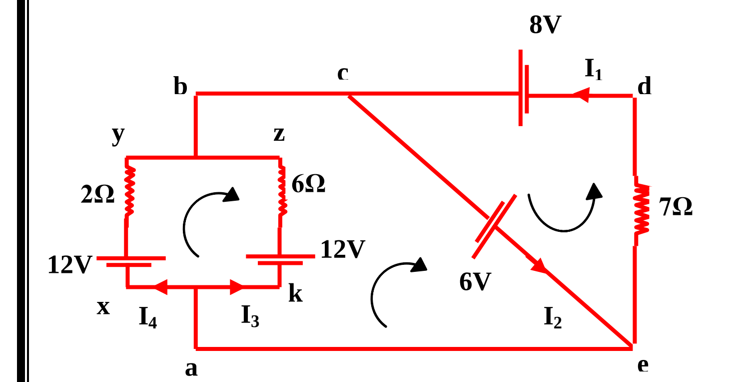
$$I_1 - I_2 + I_3 + I_4 = 0 \quad ❶$$

(٢) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (cde)

$$8 + 6 = 7 I_1$$

$$14 = 7 I_1$$

$$I_1 = 2 \text{ A}$$



(٣) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (bceab)

$$6 + 12 = 6 I_3$$

$$I_3 = 3 \text{ A}$$

(٤) بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (xyzk)

$$12 - 12 = 2 I_4 - 6 I_3$$

$$0 = 2 I_4 - (6 \times 3)$$

$$2 I_4 = 18$$

$$I_4 = 9 \text{ A}$$

وبالتعويض عن قيم I_1 , I_3 , I_4 فى المعادلة رقم ❶ للحصول على قيمة I_2

$$2 - I_2 + 3 + 9 = 0$$

$$I_2 = 14 \text{ A}$$

****

الفصل الأول — الدرس الرابع

قانونا كيرشوف

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) مجموع التيارات الكهربية الداخلة عند نقطة فى دائرة كهربية مغلقة يساوى مجموع التيارات الخارجة منها .
- المجموع الجبرى للتيارات عند نقطة فى دائرة مغلقة يساوى صفرًا .

(٢) المجموع الجبرى للقوى المحركة فى دائرة مغلقة يساوى المجموع الجبرى لفروق الجهد فى الدائرة .
- المجموع الجبرى لفروق الجهد خلال أى مسار مغلق فى دائرة كهربية يساوى صفرًا .

****

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١) يعبر قانون كيرشوف الأول عن قانون .... (حفظ الطاقة – حفظ الكتلة – حفظ الشحنة – حفظ كمية التحرك)

(٢) الصيغة الرياضية لقانون كيرشوف الأول .... ($\Sigma I = 0$, $\Sigma V = \Sigma IR$, $\Sigma I = \Sigma VR$, $\Sigma V = 0$)

(٣) يعبر قانون كيرشوف الثانى عن قانون .... (حفظ الطاقة – حفظ الكتلة – حفظ الشحنة – حفظ كمية التحرك)

(٤) الصيغة الرياضية لقانون كيرشوف الثانى .... ($\Sigma I = 0$, $\Sigma V = \Sigma IR$, $\Sigma V = IR$, $\Sigma V = \Sigma I^2 R$)

(٥) فى الشبكة الموضحة تكون قيمة التيار I ....
(أ) 3A من a الى c (ب) 3A من c الى a
(جـ) 5A من a الى c (د) 5A من c الى a

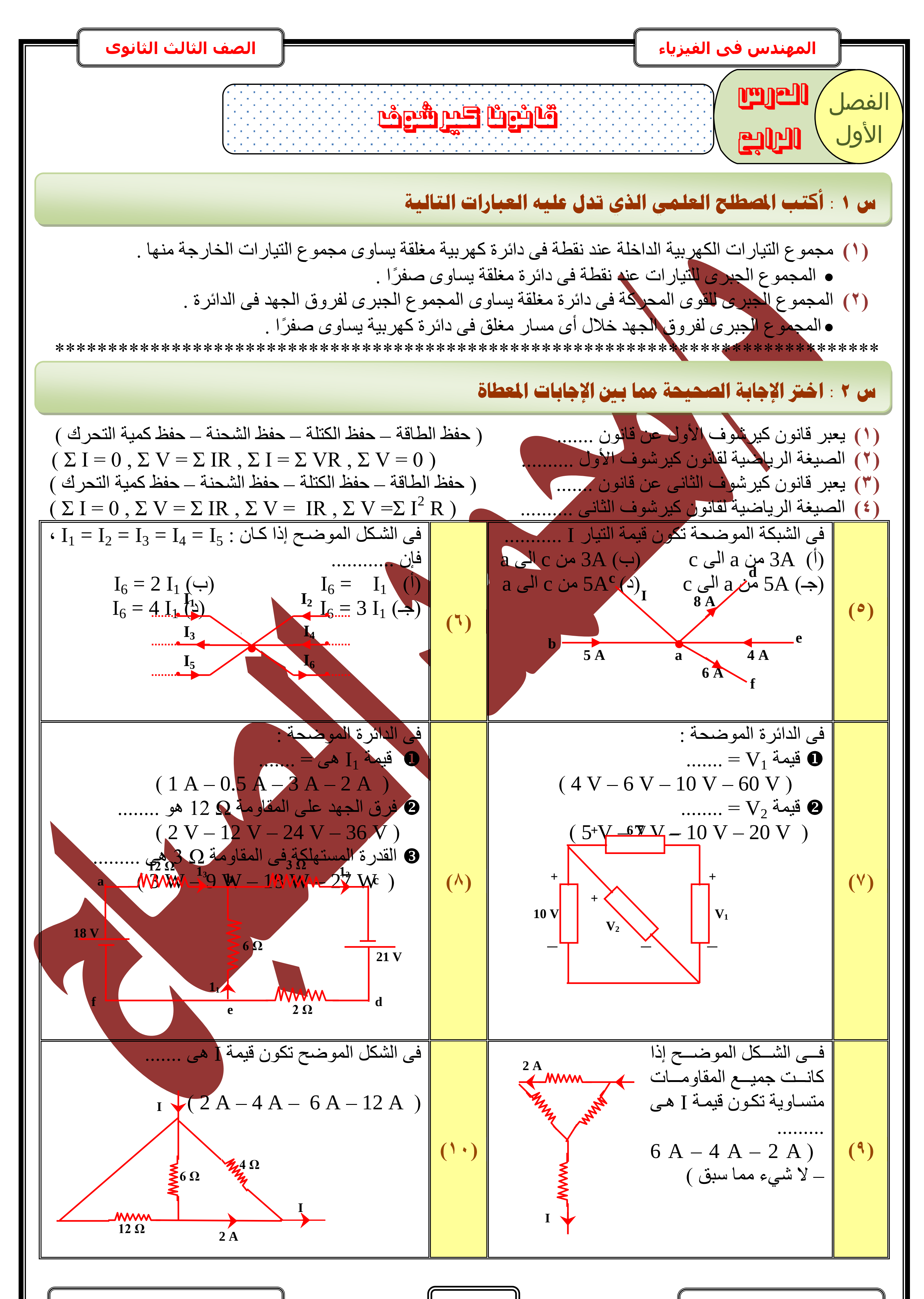
(٦) فى الشكل الموضح إذا كان : $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5$ ، فإن ....
(أ) $I_6 = I_1$ (ب) $I_6 = 2 I_1$
(جـ) $I_6 = 3 I_1$ (د) $I_6 = 4 I_1$

(٧) فى الدائرة الموضحة :
❶ قيمة V_1 = ... (4 V – 6 V – 10 V – 60 V)
❷ قيمة V_2 = ... (5 V – 6 V – 10 V – 20 V)

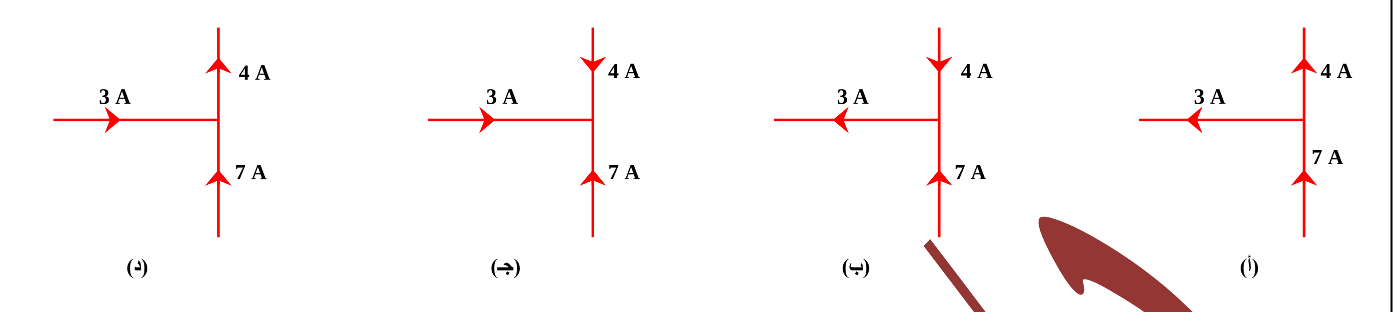
(٨) فى الدائرة الموضحة :
❶ قيمة I_1 هى = ... (1 A – 0.5 A – 3 A – 2 A)
❷ فرق الجهد على المقاومة 12 Ω هو .... (2 V – 12 V – 24 V – 36 V)
❸ القدرة المستهلكة فى المقاومة 3 Ω هى .... (3 W – 9 W – 18 W – 27 W)

(٩) فى الشكل الموضح إذا كانت جميع المقاومات متساوية تكون قيمة I هى .... (6 A – 4 A – 2 A – لا شيء مما سبق)

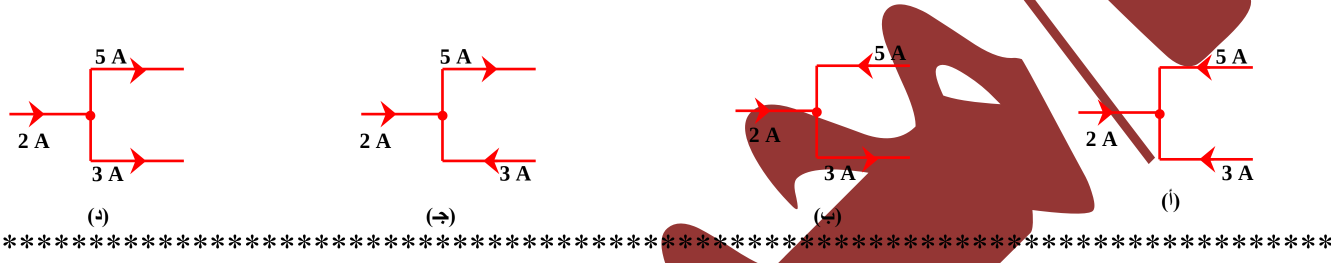
(١٠) فى الشكل الموضح تكون قيمة I هى .... (2 A – 4 A – 6 A – 12 A)



(١١) أى الأشكال التالية صحيح طبقًا لقانون كيرشوف الأول ؟ ....



(١٢) أى الأشكال التالية يحقق قانون كيرشوف الأول ؟ ....



****

س ٣ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) قانون كيرشوف الأول .

(٢) قانون كيرشوف الثانى

****

س ٤ : علل لما يأتى :

(١) يعتبر قانون كيرشوف الأول تطبيقًا لقانون حفظ الشحنة .

(٢) يستخدم قانون كيرشوف الأول فى دوائر التوازى .

(٣) لا يشحن موصل أثناء مرور التيار الكهربي فيه .

****

س ٥ : أسئلة متنوعة :

(١) اكتب نص (القانون الأول - القانون الثانى) لكيرشوف ، وبما يسمى ؟ وعبر عنه بالرموز .

(٢) فى أى المواقع يمكن تطبيق (القانون الأول - القانون الثانى) لكيرشوف فى الدوائر الكهربية ؟

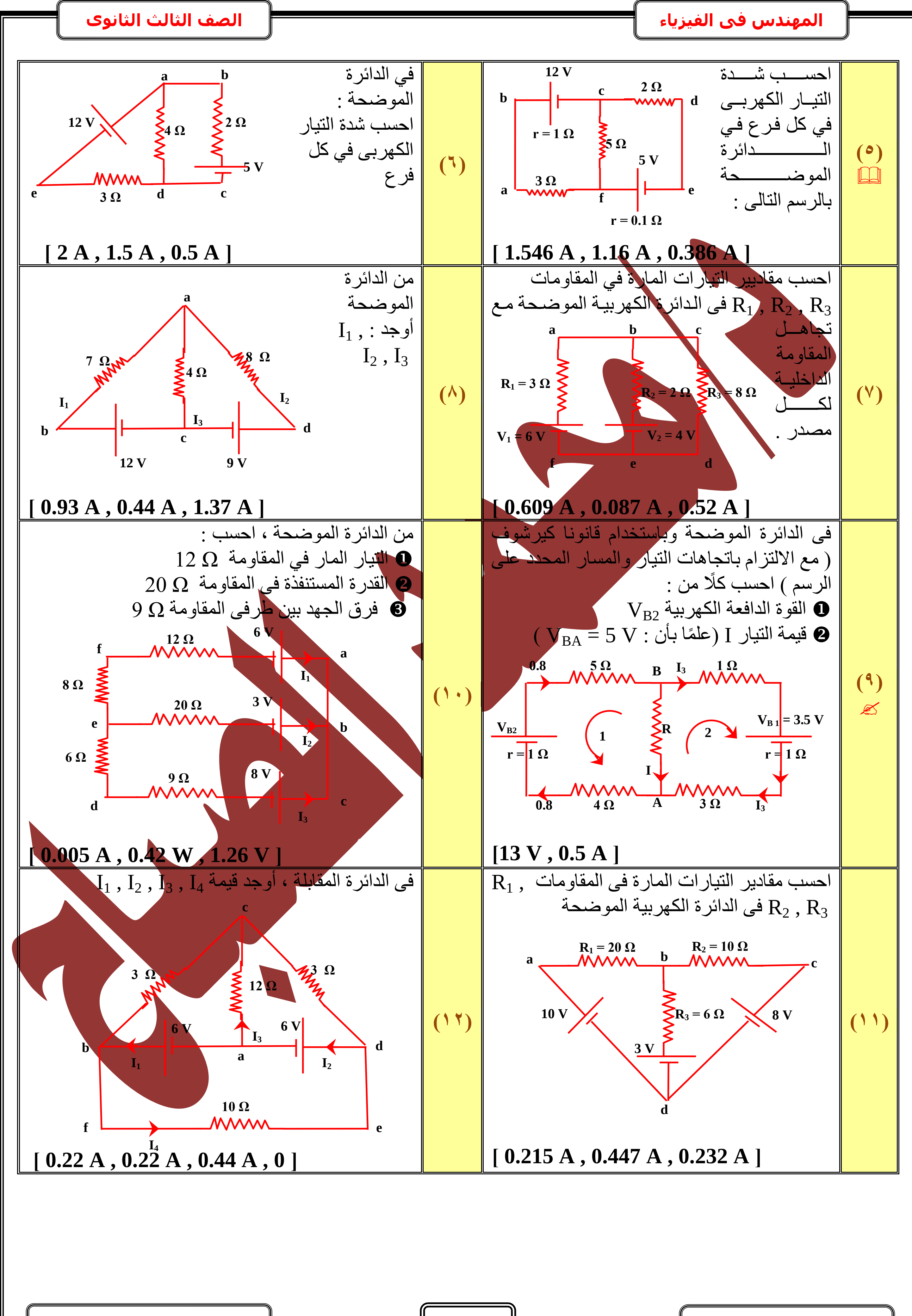
(٣) الأشكال التالية تمثل أجزاء من دوائر كهربية أوجد قيمة I المجهولة فى كل شكل منها :

(أ)	20 A, 5 A, 8 A, a, b, c, 9 A, I [14 A]	(ب)	3 A, 4 A, a, 1 A, b, I [6 A]
(جـ)	4 A, 6 Ω, 2 A, a, b, c, 3 Ω, I [10 A]	(د)	9 A, 4 A, 12 A, 6 A, a, b, 4 A, I [23 A]
(هـ)	10 V, a, b, 2 A, 2 Ω, 3 A, I [6 A]	(و)	2 V, 5 V, 0.5 Ω, 10 Ω, a, b, 2 A, I [6.5 A]

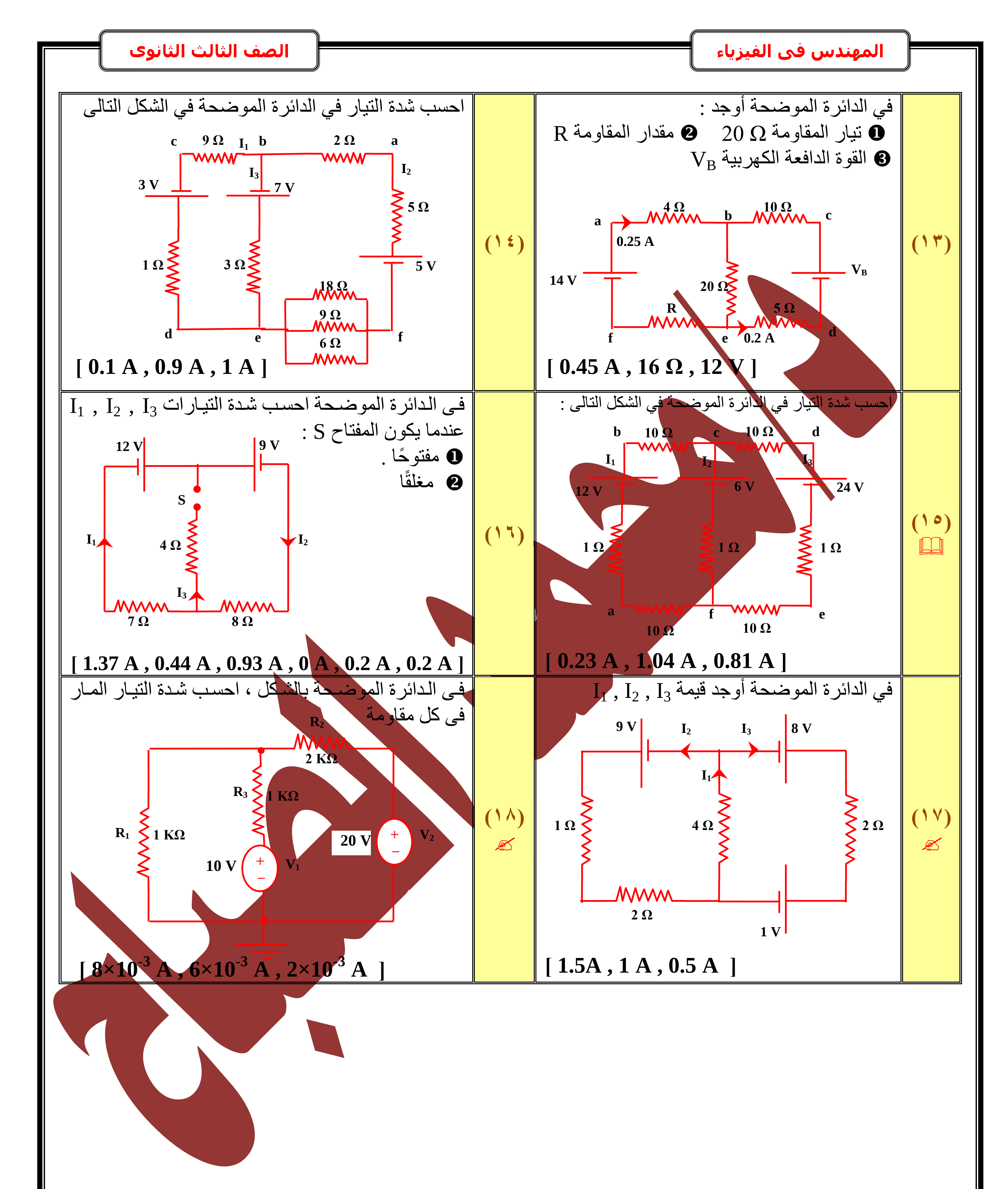
****

س ٦ : مسائل على قانونا كيرشوف :

(١)	باستخدام قانونى كيرشوف كيف يمكنك إيجاد I_1 , I_2 , I_3 فى الدائرة المقابلة ؟ 5 Ω, 10 V, a, b, c, 50 V, 12 Ω, 4 Ω, I_1, 2 Ω, I_2, I_3, f, e, d [4 A , 1 A , 3 A]	(٢)	في الدائرة التالية اوجد : ❶ I_1 , I_2 ❷ فرق الجهد V_B V_B, 3 Ω, b, c, d, I_1, 6 Ω, I_2, I_3 = 0.34 A, a, f, 4 Ω, e, 9 V [1.11 A , 0.77 A , 8.02 V]
(٣)	من الدائرة التالية ، احسب قيمة I_2 , I_3 80 V, 40 V, a, b, e, 2 Ω, 4 Ω, 2 Ω, I_1 = 16 A, I_3, I_2, d, c, f [4 A , 12 A]	(٤)	من الدائرة الموضحة أوجد : I_1 , I_2 , I_3 2 Ω, a, b, c, I_1, I_3, I_2, 10 V, 10 Ω, 20 V, f, e, 5 Ω, d [0.625 A , 1.75 A , 1.125 A]



رقم	السؤال
(٥) 📖	احسب شدة التيار الكهربي في كل فرع في الدائرة الموضحة بالرسم التالى : [1.546 A , 1.16 A , 0.386 A]
(٦)	في الدائرة الموضحة : احسب شدة التيار الكهربى في كل فرع [2 A , 1.5 A , 0.5 A]
(٧)	احسب مقادير التيارات المارة في المقاومات R_1 , R_2 , R_3 فى الدائرة الكهربية الموضحة مع تجاهل المقاومة الداخلية لكل مصدر . [0.609 A , 0.087 A , 0.52 A]
(٨)	من الدائرة الموضحة أوجد : I_1 , I_2 , I_3 [0.93 A , 0.44 A , 1.37 A]
(٩) ✍	فى الدائرة الموضحة وباستخدام قانونا كيرشوف (مع الالتزام باتجاهات التيار والمسار المحدد على الرسم) احسب كلًا من : ❶ القوة الدافعة الكهربية V_{B2} ❷ قيمة التيار I (علمًا بأن : V_{BA} = 5 V) [13 V , 0.5 A]
(١٠)	من الدائرة الموضحة ، احسب : ❶ التيار المار في المقاومة 12 Ω ❷ القدرة المستنفذة في المقاومة 20 Ω ❸ فرق الجهد بين طرفى المقاومة 9 Ω [0.005 A , 0.42 W , 1.26 V]
(١١)	احسب مقادير التيارات المارة فى المقاومات R_1 , R_2 , R_3 فى الدائرة الكهربية الموضحة [0.215 A , 0.447 A , 0.232 A]
(١٢)	فى الدائرة المقابلة ، أوجد قيمة I_1 , I_2 , I_3 , I_4 [0.22 A , 0.22 A , 0.44 A , 0]



(١٣)

في الدائرة الموضحة أوجد :

❶ تيار المقاومة 20 Ω ❷ مقدار المقاومة R

❸ القوة الدافعة الكهربية V_B

[0.45 A , 16 Ω , 12 V]

(١٤)

احسب شدة التيار في الدائرة الموضحة في الشكل التالى

[0.1 A , 0.9 A , 1 A]

(١٥)

احسب شدة التيار في الدائرة الموضحة في الشكل التالى :

[0.23 A , 1.04 A , 0.81 A]

(١٦)

فى الدائرة الموضحة احسب شدة التيارات I_1 , I_2 , I_3 عندما يكون المفتاح S :

❶ مفتوحًا .

❷ مغلقًا

[1.37 A , 0.44 A , 0.93 A , 0 A , 0.2 A , 0.2 A]

(١٧)

في الدائرة الموضحة أوجد قيمة I_1 , I_2 , I_3

[1.5A , 1 A , 0.5 A]

(١٨)

فى الدائرة الموضحة بالشكل ، احسب شدة التيار المار فى كل مقاومة

[8×10^{-3} A , 6×10^{-3} A , 2×10^{-3} A]

التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى

- ☜ قام العالم الدنماركي " هاند أورستد " عام ١٨١٩م بوضع بوصلة صغيرة فوق سلك يمر به تيار كهربى وموازية له فلاحظ انحراف إبرة البوصلة ، وعندما قطع التيار الكهربى استعادت البوصلة اتجاها الأصلى .
- ☜ استنتج العالم أورستد أنه عند مرور تيار كهربى فى موصل يتولد حوله مجال مغناطيسى ، وهو ما يطلق عليه التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى .

الفيض المغناطيسى

يُعبر عن شدة الفيض (المجال) المغناطيسى عند نقطة بكثافة الفيض المغناطيسى (B) عند تلك النقطة .

كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة

"الفيض المغناطيسى لوحدة المساحات العمودية على خطوط الفيض المحيطة بتلك النقطة "

- يتعين الفيض المغناطيسى (ϕ_m) من العلاقة :

$$\phi_m = BA \sin \theta$$

- حيث (θ) الزاوية المحصورة بين خطوط الفيض و المساحة

❶ إذا كانت خطوط الفيض المغناطيسي عمودية على المساحة	❷ إذا كانت خطوط المجال المغناطيسي موازية للمساحة
$\theta = 90^o$ $\Phi_m = BA \sin \theta = BA$	$\theta = 0^o$ $\Phi_m = BA \sin \theta = 0$

- ☜ يقاس الفيض المغناطيسى (ϕ_m) بوحدة الوبر (weber) ، وتقاس كثافة الفيض المغناطيسى (B) بوحدة الوبر / متر^2 وتكافئ التسلا (tesla)

أمثلة محلولة

- ملف مساحة مقطعه $0.3\ m^2$ وضع فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.05 T احسب الفيض المغناطيسى الذى يمر خلال الملف إذا كان الملف ❶ عمودى على الفيض . ❷ يصنع زاوية 30° مع الفيض .

الحل

(أ) $\Phi_m = BA \sin \theta = 0.05 \times 0.3 \times \sin 90 = 0.015\ Wb$

(ب) $\Phi_m = BA \sin \theta = 0.05 \times 0.3 \times \sin 30 = 7.5 \times 10^{-3}\ Wb$

****

ملاحظة هامة لحل المسائل

- إذا دار الملف بزاوية θ من الوضع العمودى فإن : $\Phi_m = BA \sin (90 - \theta)$
- إذا دار الملف بزاوية θ من الوضع الموازى فإن : $\Phi_m = BA \sin \theta$

٢- ملف مساحته $2m^2$ وضع فى مجال مغناطيسي كثافة فيضه $0.05 wb/m^2$ بحيث يكون الفيض المار به نهاية عظمى احسب الفيض المغناطيسى عندما يدور الملف بزاوية ١- 30° ٢- 90°

الحل

(أ) $\Phi_m = BA \sin (90 - \theta) = 0.05 \times 2 \times \sin 60 = 0.087\ Wb$

(ب) $\Phi_m = BA \sin \theta = 0.05 \times 2 \times \sin (90 - 90) = 0$

****

<u>فيما يلى سندرس المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى موصل على هيئة :</u>

❶ سلك مستقيم . ❷ ملف دائرى . ❸ ملف لولبي .

اولا : المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم

شكل خطوط الفيض المغناطيسى

للتعرف على شكل خطوط الفيض المغناطيسى نجرى الخطوات الآتية :

❶ انثر برادة حديد على لوحة أفقية من الورق المقوى يخترقها سلك مستقيم يمر به تيار كهربى في وضع رأسي ، واطرق لوح الورق طرقات خفيفة .

الملاحظة : تترتب برادة الحديد على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز مركزها السلك بحيث تتزاحم الدوائر بالقرب من مركز السلك وتتباعد ببعدها عنه .

❷ قم بزيادة شدة التيار الكهربى المار في السلك ، واطرق لوح الورق مرة أخرى .

الملاحظة : يزداد تزاحم الدوائر حول السلك .



الاستنتاج : ❶ تعبر الدوائر عن خطوط الفيض المغناطيسى .

❷ تتزاحم خطوط الفيض المغناطيسى بالقرب من مركز السلك مما يدل على أن شدة المجال المغناطيسى تزداد بالاقتراب من محور السلك وتقل بالابتعاد عنه .

أى ان : كثافة الفيض المغناطيسى تتناسب عكسيًا مع بُعد النقطة عن محور السلك $(B \alpha \frac{1}{d})$

❸ عند زيادة شدة التيار الكهربى المار في السلك تزداد شدة المجال المغناطيسى وتقل بنقص التيار الكهربى ،

أى أن : كثافة الفيض المغناطيسى تتناسب طرديًا مع شدة التيار الكهربى $(B \alpha I)$

استنتاج كثافة الفيض المغناطيسى

يمكن استنتاج كثافة الفيض المغناطيسى عند أى نقطة تبعد مسافة (d) عن محور سلك يمر به تيار كهربى شدته (I) كالتالى :

$\because B \alpha \frac{1}{d}$, $B \alpha I$

$\therefore B \alpha \frac{I}{d}$, $\therefore B = constant \times \frac{I}{d}$

قانون أمبير الدائرى

$$B = \mu \frac{I}{2\pi d}$$

حيث μ مقدار ثابت للوسط يسمى النفاذية المغناطيسية للوسط .

العوامل التى تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسى لسلك مستقيم

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
كثافة الفيض المغناطيسي B الناتج من مرور تيار في سلك مستقيم وشدة التيار I " علاقة طردية "	B – I	$B = \mu \frac{I}{2\pi d}$ $\therefore slope = \frac{B}{I} = \frac{\mu}{2\pi d}$
كثافة الفيض المغناطيسي B الناتج عن مرور تيار في سلك مستقيم ومقلوب بعد النقطة عن السلك $\frac{1}{d}$ " علاقة عكسية "	B – $\frac{1}{d}$	$B = \mu \frac{I}{2\pi d}$ $\therefore slope = Bd = \frac{\mu I}{2\pi}$ $\therefore I = \frac{slope \times 2\pi}{\mu}$
كثافة الفيض المغناطيسي B الناتج عن مرور تيار في سلك مستقيم ومعامل النفاذية المغناطيسية للوسط (μ) ثابت للمادة الواحدة " علاقة طردية "	B – μ	$B = \mu \frac{I}{2\pi d}$ $\therefore slope = \frac{B}{\mu} = \frac{I}{2\pi d}$

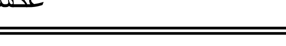
النفاذية المغناطيسية لوسط

" هي قابلية الوسط على نفاذ الفيض المغناطيسي خلاله " . وهى تختلف من وسط لأخر فمثلا نفاذية الحديد المطاوع اكبر من نفاذية الهواء . وللهواء تساوي $4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m

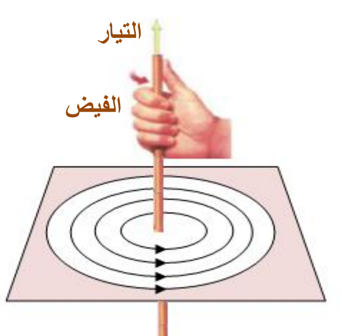
علل

◄ **ينصح ببناء المساكن بعيدًا عن أبراج الضغط الكهربى العالى .**

جـ : لتقليل تأثير المجال المغناطيسى الضار على الصحة والبيئة لأن كثافة الفيض المغناطيسى (B) تتناسب عكسيًا مع البُعد عن السلك (d) $B \alpha \frac{1}{d}$.



قاعدة اليد اليمنى لأمبير



الاستخدام :

تحديد اتجاه خطوط الفيض (المجال) المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم .

نص القاعدة (طريقة الاستخدام) :

عندما تقبض اليد اليمنى على السلك بحيث يشير الإبهام لاتجاه التيار فإن اتجاه التفاف باقى الأصابع يشير لاتجاه الفيض المغناطيسى .

اتجاه المجال المغناطيسي في سلك مستقيم يمر به تيار

سلك أفقى تياره يمينًا	سلك أفقى تياره يسارًا	سلك رأسي تياره لأعلى	سلك رأسي تياره لأسفل	سلك عمودى على الصفحة للداخل .	سلك عمودى على الصفحة للخارج
• • • • / × × × ×	× × × × / • • • •	• / ×	× / •	×	•

(•) فيض خارج عموديًا من الصفحة .

(×) فيض داخل عموديًا على الصفحة .



ملاحظات هامة لحل المسائل

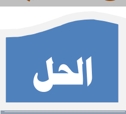
❶ فى العلاقة $B = \mu \frac{I}{2\pi d}$ ، فإن المقصود بـ (d) البعد العمودى للنقطة عن السلك ففى الرسم المقابل البعد $d = 20 \sin 30$.

C
30°
20cm
B
D

❷ إذا ذكر فى المسالة ان السلك سميك ونصف قطره r وان هناك نقطة تبعد عن السلك مسافة x فان $d = r + x$

أمثلة محلولة

١- احسب كثافة الفيض عند نقطة فى الهواء تبعد 10cm عن سلك مستقيم طويل من النحاس يمر بـه تيار شدته 5A علمًا بان النفاذية المغناطيسية للهواء $= 4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m



الحل

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d} \Leftrightarrow B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}} = 10^{-5} T$$

****

٢- يتحرك شعاع الكترونى من جنوب الصفحة الى أعلاها بمعدل 10^{20} إلكترون كل ثانية احسب قيمة واتجاه كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة تقع على يمين الشعاع و تبعد مسافة 5 cm علمًا بان شحنة الإلكترون = 1.6×10^{-19} كولوم .



$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N}{t} e = 10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19} = 16A$$

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 16}{2\pi \times 5 \times 10^{-2}} = 6.4 \times 10^{-5} Tesla$$

اتجاه الشعاع الإلكترونى من أسفل الى أعلى (الاتجاه الإلكترونى) فيكون اتجاه التيار التقليدى من أعلى الى أسفل وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى لأمبير فيكون اتجاه الفيض عموديًا لخارج الصفحة .

****

كثافة الفيض الناشئ عن مرور تيار في سلكين متوازيين

	في نفس الإتجاه	في اتجاهين متضادين
اتجاه الفيض المغناطيسي	I_1 ↑ ، I_2 ↑ ، X ، d	I_1 ↑ ، I_2 ↓ ، X ، d
محصلة كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة تقع بين السلكين	$B_t = B_1 - B_2$ $(B_1 > B_2)$	$B_t = B_1 + B_2$
محصلة كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة تقع خارج السلكين	$B_t = B_1 + B_2$	$B_t = B_1 - B_2$ $(B_1 > B_2)$
نقطة التعادل	تقع بين السلكين وتتعين من العلاقة : $B_1 = B_2$ $\frac{I_1}{(X-d)} = \frac{I_2}{d}$	تقع خارج السلكين وتتعين من العلاقة: $B_1 = B_2$ $\frac{I_1}{(X+d)} = \frac{I_2}{d}$
القوة المتبادلة بين السلكين	قوة تجاذب	قوة تنافر

نقطة التعادل

هي النقطة التي تنعدم فيها كثافة الفيض المغناطيسي **أو**
هي النقطة التي تكون عندها محصلة كثافة الفيض المغناطيسي تساوي صفر **أو**
هى النقطة التى توضع عندها بوصلة مغناطيسية و لا تتحرك .

شروط حدوث نقطة التعادل

❶ لابد أن تكون فى منطقة طرح .
❷ اقرب للسلك الأضعف تيارًا .
❸ تقسم المسافات بنفس نسب تقسيم التيار .

◈ ☜ متى لا توجد نقطة تعادل بين سلكين متوازيين يمر بهما تيارين كهربين ؟ ولماذا ؟

جـ: يحدث ذلك إذا مر في السلكين المتوازيين نفس التيار ولكن في اتجاهين متضادين ، لأنه عند أي نقطة خارج السلكين وقريبة من السلك الأول تكون $(B_1 > B_2)$ دائما ، وعند أي نقطة خارج السلكين وقريبة من السلك الثاني تكون $(B_1 < B_2)$ دائما وبذلك لا توجد أي نقطة تعادل.

◈ ☜ متى يمكن أن توجد أكثر من نقطة تعادل بين سلكين يمر بهما تيارين كهربين ؟

جـ : يحدث ذلك إذا كان السلكان متعامدان ، فلو فرضنا ان هناك تياران كهربائيان شدتهما I , 2 I فان نقطتي التعادل يقعان في منطقتي الطرح ،

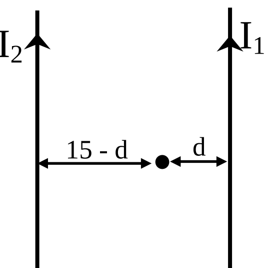
م	علل لما يأتي	الإجابة
١	تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربي في نفس الاتجاه بين السلكين	لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أي نقطة بين السلكين فتتكون نقطة التعادل بين السلكين عندما يلاشي تأثير كل منهما الآخر .
٢	تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربي في اتجاهين متضادين خارج السلكين	لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أي نقطة خارج السلكين فتتكون نقطة التعادل خارج السلكين عندما يلاشي تأثير كل منهما الآخر .
٣	تجاذب سلكين مستقيمين متوازيين اذا كان التيار المار بهما في نفس الاتجاه .	لان محصلة كثافة الفيض المغناطيسى بين السلكين أقل منها خارجهما فتتولد قوة مغناطيسية تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض الى الموضع الاقل فيتجاذبا .
٤	تنافر سلكين مستقيمين متوازيين إذا كان التيار المار بهما في اتجاهين متضادين .	لان محصلة كثافة الفيض المغناطيسي خارج السلكين أقل منها بينهما فتتولد قوة مغناطيسية تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض الى الموضع الاقل فيتنافرا .

أمثلة محلولة

١- احسب الموضع الذى تنعدم فيه كثافة الفيض المغناطيسى(نقطة التعادل)الناشئ عن مرور تيار كهربى فى سلكين مستقيمين متوازيين وضعا فى الهواء بحيث كان البعد العمودي بينهما 15 cm والسلك الأول يحمل تيارًا شدته 100A والسلك الثانى يحمل تيارا شدته 400A وذلك عندما يكون ❶ اتجاه التيار واحد ❷ التياران في اتجاهين متضادين



أولا اتجاه التيار واحد في السلكين



نفرض أن بعد نقطة التعادل عن السلك الأول = d سم فيكون بعدها عن السلك الثاني = (15 – d) سم

$$\because B_1 = B_2$$

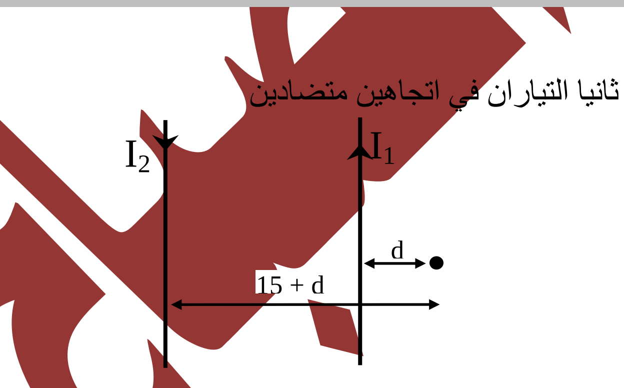
$$\therefore \mu \frac{I_1}{2\pi d_1} = \mu \frac{I_2}{2\pi d_2}$$

$$\therefore \frac{100}{d} = \frac{400}{15-d}$$

$$\therefore d = 3cm$$

∴ نقطة التعادل تقع بين السلكين وعلى بعد ٣ سم من الأول وعلى بعد ١٢ سم من الثاني

ثانيا التياران في اتجاهين متضادين



نفرض أن بعد نقطة التعادل عن السلك الأول = d سم فيكون بعدها عن السلك الثاني = (15 + d) سم

$$\because B_1 = B_2$$

$$\therefore \mu \frac{I_1}{2\pi d_1} = \mu \frac{I_2}{2\pi d_2}$$

$$\therefore \frac{100}{d} = \frac{400}{15+d}$$

$$\therefore d = 5cm$$

∴ نقطة التعادل تقع خارج السلكين وعلى بعد ٥ سم من السلك الأول وعلى بعد ٢٠ سم من السلك الثاني

٢- سلكان متوازيان المسافة بينهما 15cm يمر بكل منهما تيار كهربى شدته 5A احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بينهما وعلى بعد 5cm من احدهما : ❶ عندما يكون التياران فى اتجاه واحد
❷ عندما يكون التياران فى اتجاهين متضادين
يهمل تأثير المجال المغناطيسى الأرضي علما بان النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m



$$\therefore B_1 = \frac{2\times10^{-7}\times5}{0.05} = 2\times10^{-5}\,\text{Tesla} \quad , \quad \therefore B_2 = \frac{2\times10^{-7}\times5}{0.1} = 1\times10^{-5}\,\text{Tesla}$$

أولا : عندما يكون التياران في اتجاه واحد

$$\therefore B_t = B_1 - B_2 = (2\times10^{-5}) - (1\times10^{-5}) = 10^{-5}\ \text{Tesla}$$

ثانيا : عندما يكون التياران في اتجاهين متضادين

$$\therefore B_t = B_1 + B_2 = (2\times10^{-5}) + (1\times10^{-5}) = 3\times10^{-5}\ \text{Tesla}$$

****

٣- (الأزهر ٢٠٠٦) (ث.ع ٩٩ ، ٢٠٠٧) بطارية قوتها الدافعة 8V ومقاومتها الداخلية 2Ω وصلت بسلك مستقيم طوله 20cm ومساحة مقطعه $3\times10^{-8}m^2$ ومقاومته النوعية $4.5\times10^{-6}\Omega.m$ احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة تقع على بعد عمودي يساوي 10cm من مركز السلك علما بأن النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi\times10^{-7}$wb/A.m

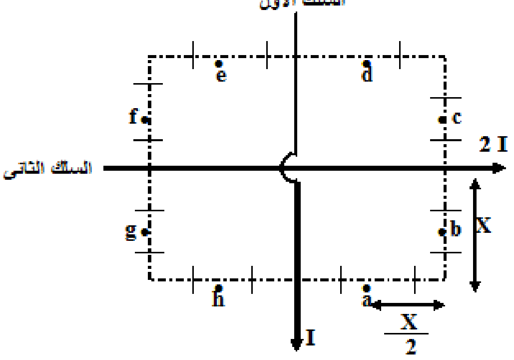


$$\because R = \rho_e\frac{\ell}{A} \Rightarrow \therefore R = \frac{4.5\times10^{-6}\times0.2}{3\times10^{-8}} = 30\Omega \Leftrightarrow I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{8}{30+2} = 0.25A,$$

$$B = \mu\frac{I}{2\pi d} = 4\pi\times10^{-7}\times\frac{0.25}{2\pi\times0.1} = 0.5\times10^{-6}\,tesla$$

****

٤- فى الشكل التالى سلكان متعامدان شدة تيار السلك الأول I وشدة تيار السلك الثانى 2 I اوجد نقاط التعادل مع تحديد اتجاه الفيض الناشئ عن كل سلك عند تلك النقطة





محصلة كثافة الفيض عند النقطة	اتجاه الفيض B_2 عند النقطة والناشئ عن تيار السلك الثانى	اتجاه الفيض B_1 عند النقطة والناشئ عن تيار السلك الأول	اسم النقطة
$B_1 = B_2$ $B_t = B_1 - B_2$ = صفر	الى داخل الصفحة	الى خارج الصفحة	a
	الى خارج الصفحة	الى داخل الصفحة	e

****

ملاحظات هامة لحل المسائل

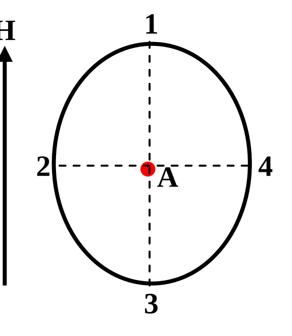
❶ إذا كان الفيضان بينهما زاوية θ عند نقطة فان محصلة كثافة الفيض عند هذه النقطة يتعين من العلاقة :

$$B_t = \sqrt{B_1^{\,2} + B_2^{\,2} + B_1 B_2 \cos\theta}$$

❷ اذا كان الفيضان متعامدان فإن محصلة كثافة الفيض عند هذه النقطة يتعين من العلاقة $B_t = \sqrt{B_1^{\,2} + B_2^{\,2}}$

❸ فى المسائل عندما يذكر عند مستوى الزوال المغناطيسى للأرض يقصد به إهمال المغناطيسية الأرضية ويصبح المجال الكلى هو المجال المغناطيسى للسلك فقط .

٥- الشكل المقابل يوضح سلك A عموديًا على مستوى الصفحة يمر به تيار كهربي اتجاهه الى خارج الصفحة فينتج عنه فيض مغناطيسي كثافته H تسلا ، فإذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي للمركبة الأفقية لمجال الأرض H تسلا احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند النقاط ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤





بما أن اتجاه التيار عموديًا للخارج فيكون اتجاه المجال المغناطيسى للسلك حسب قاعدة اليد اليمنى لأمبير فى اتجاه عكس عقارب الساعة ومماسًا للدائرة عند أى نقطة

عند النقطة 1

$$B_1 = \sqrt{H^2 + H^2} = H\sqrt{2}$$

عند النقطة 2

$B_2 = 0$

عند النقطة 3

$$B_3 = \sqrt{H^2 + H^2} = H\sqrt{2}$$

عند النقطة 4

$B_4 = 2\ H$

****

٦- فى الشكل المقابل :
إذا كانت مقاومة كل ضلع من أضلاع المثلث R أثبت أن كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز المثلث (m) = صفر



شدة التيار المار فى $yz = 2\ A$ ، شدة التيار المار فى $xy = xz = 1\ A$

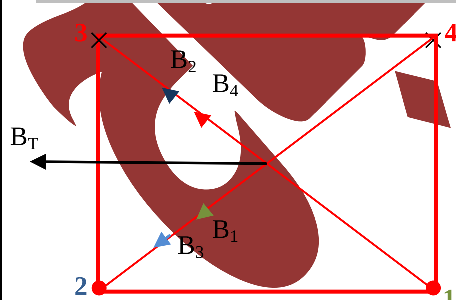
* بالنسبة للسلك yz $B_{yz} = 2\ B$ ويكون اتجاهه الى خارج الصفحة .
* بالنسبة للسلك xy $B_{xy} = B$ ويكون اتجاهه الى داخل الصفحة .
* بالنسبة للسلك xz $B_{xz} = B$ ويكون اتجاهه داخل الصفحة .

∴ المحصلة عند m هى 2B الى خارج الصفحة و 2B الى داخل الصفحة ∴ $B_t = zero$

****

٧- اربع أسلاك (1 , 2 , 3 , 4) رأسية (1 , 2) عمودى خارج الصفحة وتيار كل منهما 20 A ، (3 , 4) عمودى داخل الصفحة وتيار كل منهما 20 A ، وتمثل الاسلاك رؤوس مربع طول ضلعه 20 cm . احسب قيمة واتجاه كثافة الفيض المحصلة عند مركز المربع .





[طول السلك (٢ ، ٤)]^2 = [طول السلك (١ ، ٤)]^2 + [طول السلك (٢ ، ١)]^2

= (٢٠)^2 + (٢٠)^2 = ٨٠٠ سم

طول السلك (٢ ، ٤) = $\sqrt{800} = 20\sqrt{2}cm$

طول نصف قطر المربع = $10\sqrt{2}cm$

$$B_{سلك} = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2\pi \times 10\sqrt{2} \times 10^{-2}} = 2\sqrt{2} \times 10^{-5} T$$

$$B_T = \sqrt{(B_1 + B_3)^2 + (B_2 + B_4)^2}$$

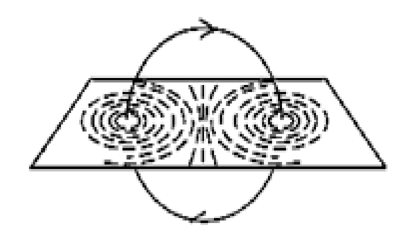
$$B_T = \sqrt{(2\sqrt{2} \times 10^{-5} + 2\sqrt{2} \times 10^{-5})^2 + (2\sqrt{2} \times 10^{-5} + 2\sqrt{2} \times 10^{-5})^2} = 8 \times 10^{-5} T$$

اتجاه الفيض المغناطيسى موازى للسلك ١،٢ و ناحية الغرب .

****

ثانيا : المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى ملف دائرى

شكل خطوط الفيض المغناطيسي



للتعرف على شكل خطوط الفيض المغناطيسى نجرى الخطوات الآتية :

❶ انثر برادة حديد على لوح من الورق المقوى يخترقه ملف دائرى يمر به تيار كهربى .
❷ اطرق لوح الورق المقوى طرقات خفيفة فتترتب برادة الحديد كما بالشكل .

الملاحظة :

❶ تفقد خطوط الفيض دائريتها كلما اقتربت من المحور .
❷ تختلف كثافة الفيض المغناطيسي من نقطة لأخري .
❸ خطوط الفيض المغناطيسي عند محور الملف الدائري خطوط مستقيمة متوازية ومتعامدة على مستوى الملف .

الاستنتاج :

❶ المجال المغناطيسى الناشئ عن ملف دائرى يمر به تيار كهربى يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسي لمغناطيس قصير .
❷ المجال المغناطيسى عند محور الملف الدائري منتظم فتظهر خطوط الفيض المغناطيسى متوازية ومتعامدة على مستوى الملف .

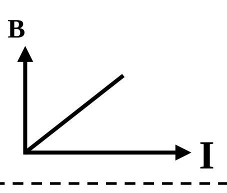
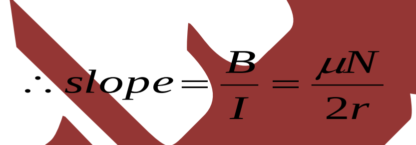
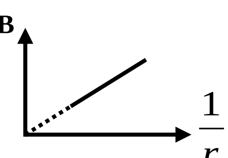
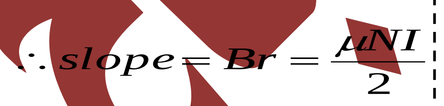
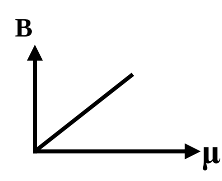
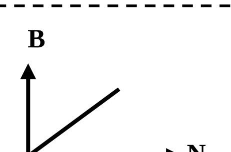
استنتاج كثافة الفيض المغناطيسي

يمكن استنتاج كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف نصف قطره (r) وعدد لفاته (N) ويمر به تيار شدته (I) كالتالى :

$$\because B \alpha N \quad , \quad B \alpha I \quad , \quad B \alpha \frac{1}{r}$$

$$\therefore B \alpha \frac{NI}{r} \quad , \quad \therefore B = constant \times \frac{NI}{r} \quad , \quad \therefore \mathbf{B = \mu \frac{NI}{2r}}$$

العوامل التي تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز ملف دائرى

العلاقة بين	الشكل البياني	دلالة الميل
(١) شدة التيار I " علاقة طردية "		 $\therefore slope = \frac{B}{I} = \frac{\mu N}{2r}$
(٢) نصف قطر الملف (r) " علاقة عكسية "		 $\therefore slope = Br = \frac{\mu NI}{2}$
(٣) معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (μ) " علاقة طردية "		$\therefore slope = \frac{B}{\mu} = \frac{NI}{2r}$
(٤) عدد لفات الملف (N) " علاقة طردية "		$\therefore slope = \frac{B}{N} = \frac{\mu I}{2r}$

قاعدة اتجاه حركة عقارب الساعة

◈ ☜ الاستخدام:

تحديد نوع القطب فى كل من وجهى ملف دائرى يمر به تيار كهربى .

◈ ☜ نص القاعدة :

❶ الوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار (عند النظر إليه) في اتجاه حركة عقارب الساعة يكون قطبًا جنوبيًا (S)
❷ الوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار (عند النظر إليه) في عكس اتجاه حركة عقارب الساعة يكون قطبًا شماليًا (N)

ملف تياره مع عقارب الساعة	ملف تياره عكس عقارب الساعة	ملف أفقي تياره مع عقارب الساعة	ملف أفقي تياره عكس عقارب الساعة	ملف رأسي تياره مع عقارب الساعة	ملف رأسي تياره عكس عقارب الساعة
S	N	S / N	N / S	N S	S N

قاعدة البريمة اليمنى

التيار
right-handed screw
الفيض

◈ ☜ الاستخدام:

تحديد اتجاه الفيض (المجال) المغناطيسى عند مركز ملف دائرى يمر به تيار كهربى .

◈ ☜ نص القاعدة :

عند دوران بريمة باليد اليمنى فى اتجاه الربط (اتجاه حركة عقارب الساعة) عند مركز الملف بحيث يشير اتجاه دورانها لاتجاه التيار في الملف فان اتجاه اندفاعها يشير لاتجاه الفيض المغناطيسى عند مركز الملف .

ملف تياره فى اتجاه ربط بريمة يمنى	ملف تياره فى اتجاه الفك بريمة يمنى	ملف أفقى تياره فى اتجاه ربط بريمة يمنى	ملف أفقى تياره فى اتجاه الفك بريمة يمنى	ملف رأسى تياره فى اتجاه ربط بريمة يمنى	ملف رأسى تياره فى اتجاه الفك بريمة يمنى
×	•	الفيض / التيار	الفيض / التيار	التيار / الفيض	التيار / الفيض

ملاحظات هامة

١ ـ يمكن استخدام قاعدة اليد اليمنى لأمبير فى :

اتجاه الإبهام يشير إلى اتجاه المجال(القطب الشمالى)
N S
اتجاه الأصابع يشير إلى اتجاه التيار
I I

❶ تحديد قطبية الملف حيث أن خطوط الفيض المغناطيسى تخرج من القطب الشمالى وتدخل الى القطب الجنوبى خارج الملف .

❷ تحديد اتجاه الفيض (المجال) المغناطيسى عند مركز ملف دائرى يمر به تيار كهربى وفيها يتم وضع باقى الأصابع مع اتجاه التيار فيشير الإبهام الى اتجاه المجال .

- الملف الدائرى الذى يمر به تيار كهربى يماثل مغناطيس على هيئة قرص مصمت له قطبان مستديران حيث لا يوجد فى الطبيعة أقطاب منفردة فدائمًا يوجد ثنائي قطب أى قطبان أحدهما شمالى والآخر جنوبى .

ملاحظات لحل المسائل

❶ يمكن حساب عدد اللفات N إذا علمنا طول سلك الملف ونصف قطر اللفة الواحدة من العلاقة : $N = \frac{\ell}{2\pi r}$ حيث ℓ طول السلك كله أى أن عدد لفات الملف = $\frac{\text{طول السلك}}{\text{محيط اللفة}}$ ، طول سلك الملف كله = محيط اللفة × عدد اللفات .

❷ عند فك الملف وإعادة لفه مرة أخرى بعدد لفات أخرى ونصف قطر آخر يكون : طول السلك ثابت

$$\therefore 2\pi r_1 \times N_1 = 2\pi r_2 \times N_2 , \quad \therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

❸ يجوز أن لا يكون عدد اللفات عدد صحيح وفى هذه الحالة يكون :- $N = \frac{\text{الزاوية التى يصنعها السلك}}{٣٦٠}$

❹- المسار الدائري للإلكترون حول النواة يمثل ملفًا دائريًا عدد لفاته لفة واحدة ،وتتعين شدة التيار المار من العلاقة:

شدة التيار المار= شحنة الإلكترون × عدد الدورات في الثانية (التردد) .

❺- **في حالة ملفين دائريين لهما مركز مشترك واحد . فإذا كان:**

التيار المار فيهما في اتجاه واحد والملفان فى نفس المستوى	التيار المار فيهما في اتجاهين متضادين (أو دار احد الملفين بمقدار 180 درجة)	إذا كان الملفان متعامدين او (دار احد الملفين بمقدار 90درجة)
		B_1 B_2
عند المركز المشترك لهما يكون اتجاه الفيض لهما للخارج وتكون محصلة كثافة الفيض لهما هى : $B_t = B_{\text{كبير}} + B_{\text{صغير}}$	عند المركز المشترك لهما يكون اتجاه فيض الملف الصغير للخارج واتجاه فيض الملف الكبير للداخل وتكون محصلة كثافة الفيض لهما هى $B_t = B_{\text{كبير}} - B_{\text{صغير}}$	الملف الأفقى مجاله رأسي والملف الرأسى اتجاه مجاله أفقى فتكون محصلة كثافة الفيض لهما هى $B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$

❻ **عند وضع سلك يمر فيه تيار كهربى مماسًا لحلقة دائرية يمر بها تيار كهربى وفى نفس مستواها.**

الحالة الاولى

اتجاه المجال عند مركز الحلقة : تيار السلك لأعلى فيكون اتجاه المجال عند مركز الحلقة (باستخدام قاعدة اليد اليمنى لأمبير) للداخل . وبالنسبة لتيار الحلقة فى اتجاه عكس عقارب الساعة فيكون اتجاه المجال عند مركز الحلقة ايضا للداخل وبالتالى تكون محصلة كثافة الفيض لهما هى : $B_t = B_{\text{سلك}} + B_{\text{حلقة}}$

$$B_t = \frac{\mu I}{2\pi d} + \frac{\mu I N}{2r}$$

الحالة الثانية

اتجاه المجال عند مركز الحلقة : تيار السلك لأسفل فيكون اتجاه المجال عند مركز الحلقة (باستخدام قاعدة اليد اليمنى لأمبير) للخارج . وبالنسبة لتيار الحلقة فى اتجاه عكس عقارب الساعة فيكون اتجاه المجال عند مركز الحلقة للداخل وبالتالى تكون محصلة كثافة الفيض لهما هى : $B_t = B_{\text{سلك}} - B_{\text{حلقة}}$

$$B_t = \frac{\mu I}{2\pi d} - \frac{\mu I N}{2r}$$

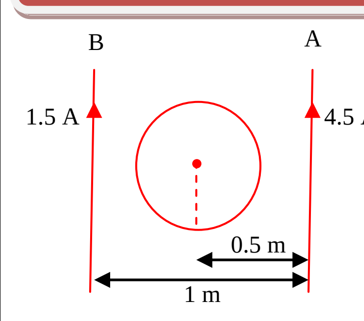
ملحوظة هامة فى الحالتان الاولى والثانية : $(r_{\text{الملف}} = d_{\text{السلك}})$

عند حساب نقطة التعادل بين السلك والملف فيكون $B_{\text{ملف}} = B_{\text{سلك}} \Leftrightarrow \frac{\mu I_{\text{سلك}}}{2\pi d} = \frac{\mu I_{\text{ملف}} N}{2r} \Leftrightarrow \frac{I_{\text{سلك}}}{\pi} = N I_{\text{ملف}}$

م	ماذا يحدث لكثافة الفيض عند المركز	النتائج
١	إذا زاد محيط السلك الدائري الى الضعف .	بما أن محيط السلك الدائرى = 2π r فإذا زاد المحيط للضعف يزداد نصف القطر الى الضعف وبالتالى تقل كثافة الفيض المغناطيسى الى النصف لان كثافة الفيض تتناسب عكسيًا مع نصف قطر الملف .
٢	إذا قص نصف الملف الدائرى وأعيد لف بنفس عدد اللفات وتم توصيله بنفس المصدر .	يقل نصف القطر الى النصف ، وتقل المقاومة للنصف ومع ثبات الجهد فيزداد شدة التيار للضعف وبالتالى سوف تزداد كثافة الفيض الى اربع امثالها .

أمثلة محلولة

١- سلكان مستقيمان A , B المسافة بينهما 1 m يمر فى السلك A تيار كهربى شدته 4.5 A ويمر فى السلك B تيار كهربى شدته 1.5 A فى نفس الاتجاه ، وضع ملف دائرى فى نفس مستوى السلكين مكون من لفة واحدة ونصف قطره 10 π cm وكان مركز الملف يبعد عن السلك A مسافة قدرها 0.5 m كما هو موضح بالشكل ، ما مقدار واتجاه التيار المار فى الملف الدائرى بحيث تصبح كثافة الفيض المغناطيسى عند مركزه تساوى صفرًا ؟



الحل

$$B_A = \frac{\mu}{\pi} \times \frac{I_A}{2d_1} \Leftrightarrow \therefore B_A = \frac{\mu}{\pi} \times \frac{4.5}{2\times 0.5} = 4.5\frac{\mu}{\pi}\, Tesla$$

$$B_B = \frac{\mu}{\pi} \times \frac{I_B}{2d_B} \Leftrightarrow \therefore B_A = \frac{\mu}{\pi} \times \frac{1.5}{2\times 0.5} = 1.5\frac{\mu}{\pi}\, Tesla$$

$$B_T = B_A - B_B \Leftrightarrow B_T = 4.5\frac{\mu}{\pi} - 1.5\frac{\mu}{\pi} = 3\frac{\mu}{\pi}\, Tesla$$

بالنسبة لاتجاه التيار :

بالنسبة للسلك A يكون اتجاه مجاله المغناطيسى عند مركز الملف عمودى على مستوى الورقة للداخل وقيمتها $4.5\frac{\mu}{\pi}$ ، و

بالنسبة للسلك B يكون اتجاه مجاله المغناطيسى عند مركز الملف عمودى على مستوى الورقة للخارج وقيمتها $1.5\frac{\mu}{\pi}$ ،

فتكون المحصلة هى $3\frac{\mu}{\pi}$ وعمودي على مستوى الورقة للخارج . بالتالي حتى يحدث تعادل عند مركز الملف الدائرى يجب ان يكون اتجاه التيار عمودى على مستوى الورقة للداخل لذا يكون اتجاه التيار فى الملف فى اتجاه عقارب الساعة .

عند نقطة التعادل :

B (محصلة) سلك = B ملف

$$\frac{3\mu}{\pi} = \frac{\mu I N}{2r}$$

$$I = \frac{2r \times 3\mu}{\mu \times N \times \pi} = \frac{6r}{N \times \pi} = \frac{6\times 10\pi \times 10^{-2}}{1\times \pi} = 0.6A$$

****

٢- حلقة معدنية يمر بها تيار كهربى شدته 1.4 أمبير يولد في مركزها مجالًا مغناطيسيًا أوجد شدة التيار الذي إذا أمر في سلك مستقيم معزول وضع مماسًا للحلقة و عموديًا على محورها يسبب إنعدام كثافة الفيض في مركز الحلقة حيث ($\pi = \frac{22}{7}$)



الحل

B_1 حلقة = B_2 سلك

$$\therefore \mu\frac{NI_1}{2r} = \mu\frac{I_2}{2\pi d} , \quad \because d = r \quad , \therefore 1\times 1.4 = \frac{I_2 \times 7}{22} \Rightarrow \therefore I_2 = 4.4A$$

****

٣- (الأزهر ٢٠٠٠) ملفان دائريان متحدا المركز وفي مستوى واحد وقطر الأول ضعف قطر الثاني يمر بكل منهما نفس التيار وفي نفس الاتجاه فكان (B_1) للملف الخارجي أصغر من (B_2) للملف الداخلي وعند عكس اتجاه التيار في الملف الخارجي قلت كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عنهما عند المركز إلى النصف احسب النسبة بين عدد لفاتهما .



$\because 2r_1 = 2(2r_2), \ \therefore r_1 = 2r_2$

$\because$ التيار في اتجاه واحد في الملفين $\therefore B = B_1 + B_2$

وعند عكس اتجاه التيار ونقص كثافة الفيض الكلية إلى النصف حيث B_2 أكبر من B_1 فإن :

$\because B_2 - B_1 = \frac{1}{2}(B_2 + B_1), \ \therefore 2B_2 - 2B_1 = B_2 + B_1 \quad \therefore B_2 = 3B_1,$

$$\therefore \mu\frac{N_2 I}{2r_2} = 3\mu\frac{N_1 I}{2r_1} \Rightarrow \therefore \frac{N_2}{r_2} = 3\frac{N_1}{2r_2} \Rightarrow \therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{2}{3}$$

****

٤- من الشكل المقابل أوجد كثافة الفيض المغناطيسي عند النقطة P وحدد اتجاهه علمًا بأن النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m



عدد اللفات = الزاوية التي يصنعها السلك ÷ ٣٦٠ = $\frac{360-90}{360}$ = ٠,٧٥ لفة

$$\because B = \mu\frac{NI}{2r} = 4\pi\times10^{-7}\times\frac{0.75\times40}{2\times2\times10^{-2}} = 9.42\times10^{-4}\,Tesla$$

الفيض خارج عموديًا من الصفحة تبعًا لقاعدة اليد اليمنى لأمبير

****

٥- ملف دائري مستواه رأسي ومحوره منطبق على مجال خارجي وجد انه إذا أدير الملف حول محور رأسي بزاوية 180^0 فإن كثافة الفيض عند مركز الملف الكلية تقل الى الثلث كم تكون كثافة الفيض للملف الخارجي إذا كانت لمجال الملف الداخلي 5 تسلا .

الحل

من الملاحظ أن فى الحالة الأولى كانت حالة جمع للمجالين ، وفى الحالة الثانية حالة طرح للمجالين ولكن فى هذه الحالة أيهما اكبر المجال الخارجي أم مجال الملف ، لذا سوف نقوم بحل المسألة بطريقتين :-

نفرض أن مجال الملف اكبر من الملف الخارجي	نفرض أن المجال الخارجي اكبر من مجال الملف
$B_{\text{ملف}} + B_{\text{خارجي}} = 3(B_{\text{ملف}} - B_{\text{خارجي}})$ $4B_{\text{خارجي}} = 2B_{\text{ملف}}$ $B_{\text{خارجي}} = \frac{1}{2}B_{\text{ملف}}$ $B_{\text{خارجي}} = \frac{1}{2}\times5 = 2.5T$	$B_{\text{ملف}} + B_{\text{خارجي}} = 3(B_{\text{خارجي}} - B_{\text{ملف}})$ $2B_{\text{خارجي}} = 4B_{\text{ملف}}$ $B_{\text{خارجي}} = 2B_{\text{ملف}}$ $B_{\text{خارجي}} = 2\times5 = 10T$

لاحظ أن فى معظم المسائل يحدد قيمة المجال الأكبر ولكن لو لم يعطى يجب الحل بالافتراضين السابقين .

****

٦- إذا مر تيار كهربي في سلك مستقيم ملفوف على شكل دائرة من لفة واحدة ثم لف نفس السلك على شكل ملف دائري من أربع لفات ومر به نفس التيار قارن بين كثافتي الفيض المغناطيسي في الحالتين .



$\because$ السلك واحد أي طوله ثابت ، $\because B = \mu\frac{NI}{2r}$, $\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{4}$, $\therefore 2\pi r_1 \times N_1 = 2\pi r_2 \times N_2$,

$$\therefore \frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} = \frac{1\times1}{4\times4} = \frac{1}{16}$$

****

٧- ملفان دائريان متحدا المركز ، الأول يمر به تيار شدته 20A وعدد لفاته 350 لفة ونصف قطره 55cm والثاني يمر به تيار شدته 7A وعدد لفاته 600 لفة ونصف قطره 44cm والتيار المار فيهما في اتجاه واحد فاحسب:
❶ كثافة الفيض المغناطيسي عند المركز . ❷ كثافة الفيض المغناطيسي عندما يدور أحدهما 180° .
❸ كثافة الفيض المغناطيسي عندما يدور أحدهما 90° . علماً بأن ($\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m)

الحل

$$\because B = \mu \frac{NI}{2r} \Rightarrow \therefore B_1 = 4 \times \frac{22}{7} \times 10^{-7} \times \frac{350 \times 20}{2 \times 55 \times 10^{-2}} \Rightarrow \therefore B_1 = 8 \times 10^{-3} Tesla$$

$$\therefore B_2 = 4 \times \frac{22}{7} \times 10^{-7} \times \frac{600 \times 7}{2 \times 44 \times 10^{-2}} \Rightarrow \therefore B_2 = 6 \times 10^{-3} Tesla$$

❶ التيار في اتجاه واحد فإن :

$B_t = B_1 + B_2 = 8 \times 10^{-3} + 6 \times 10^{-3} = 14 \times 10^{-3}$ Tesla

❷ الملف دار 180° فإن اتجاه التيار في هذا الملف يكون عكس اتجاه التيار في الملف الثاني حيث $B_2 < B_1$

$B_t = B_1 - B_2 = = 8 \times 10^{-3} - 6 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3}$ Tesla

❸ الملف دار بـ 90° فيصبح الملفان متعامدين:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(8 \times 10^{-3})^2 + (6 \times 10^{-3})^2} = 10^{-2} Tesla$$

****

٨- ملف دائرى مكون من لفة واحدة نصف قطره 5 cm ويمر به تيار شدته 3 A ، احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف الدائرى إذ وضع ملامسًا لسلك مستقيم يمر به تيار شدته 5 A إذا كان اتجاه التيار فى الملف : (أ) فى عكس اتجاه عقارب الساعة . (ب) فى اتجاه عقارب الساعة .

5A



$$B_{ملف} = \mu \frac{NI_1}{2r} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{3}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 3.77 \times 10^{-5} T$$

$$B_{سلك} = \mu \frac{I_2}{2\pi d} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{5}{2\pi \times 5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5} T$$

(أ) إذا كان اتجاه التيار فى الملف فى عكس اتجاه عقارب الساعة :

$B_t = B_{سلك} + B_{ملف} = (2 \times 10^{-5}) + (3.77 \times 10^{-5}) = 5.77 \times 10^{-5}$ T

(ب) إذا كان اتجاه التيار فى الملف فى اتجاه عقارب الساعة :

$B_t = B_{ملف} - B_{سلك} = (3.77 \times 10^{-5}) - (2 \times 10^{-5}) = 1.77 \times 10^{-5}$ T

****

٩- وضع سلك مستقيم رأسيًا بحيث يكون مماسًا لملف دائرى مكون من لفة واحدة ومستواه فى مستوى الزوال المغناطيسى الأرضى ، ثم وضع عند مركز الملف إبرة مغناطيسية حرة الحركة فى مستوى أفقى ، احسب شدة التيار الكهربى الذى إذا مر فى السلك لا يسبب انحراف للإبرة عندما يمر فى الملف الدائرى تيار شدته 0.21 A

الحل

$B_{(سلك مستقيم)} = B_{(ملف دائرى)}$

$$\mu \frac{I_{سلك}}{2\pi d} = \mu \frac{NI_{دائرى}}{2r} \Leftrightarrow \frac{I_{سلك}}{3.14 \times r} = \frac{1 \times 0.21}{r}$$

$$I_{سلك} = 0.66 A$$

****

١٠- تيار كهربى شدته I يمر فى ملف دائرى مكون من ثلاث لفات فكانت كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف 1.2×10^{-4} T ، احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف إذا أُعيد لف الملف ليصبح مكون من ستة لفات بحيث يمر به نفس شدة التيار .



$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1} \Leftrightarrow \frac{3}{6} = \frac{r_2}{r_1} \Leftrightarrow r_1 = 2r_2$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} = \frac{3r_2}{6 \times 2r_2} = \frac{1}{4}$$

$$B_2 = 4B_1 = 4 \times 1.2 \times 10^{-4} = 4.8 \times 10^{-4} T$$

ثالثا : المجال المغناطيسي لتيار كهربي يمر في ملف لولبي (حلزوني)

شكل خطوط الفيض المغناطيسي

هو ملف دائري أبعدت لفاته بانتظام على محور مستقيم

◈ ☜ كيف يمكن تخطيط المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري؟

❶ انثر برادة الحديد علي لوحة من الورق المقوي

❷ يخترق اللوحة طرفي سلك ملفوف لفا حلزونيا متصل بمصدر تيار مستمر.

◈ ☜ شكل المجال المغناطيسي لتيار كهربي يمر في ملف حلزوني

❶ **داخل الملف** يكاد يكون منتظما أي أن خطوط الفيض عند محور الملف تكون مستقيمة ، ومتوازية ، وموازية لمحوره ، و عمودية على مستوى الملف .

❷ **خارج الملف** ١- يشبه المجال المغناطيسي الناتج عن قضيب مغناطيسي طويل .

٢- كل خط يمثل مسارا متصلا داخل و خارج الملف (مسار مغلق).

استنتاج كثافة الفيض المغناطيسي

يمكن استنتاج كثافة الفيض المغناطيسى عند أى نقطة على محور ملف لولبي (حلزونى) طوله (ℓ) وعدد لفاته (N) و يمر به تيار كهربى شدته (I) كالتالى :

$$\because B\alpha N \quad , \quad B\alpha I \quad , \quad B\alpha \frac{1}{\ell}$$

$$\therefore B\alpha \frac{NI}{\ell} \quad , \quad \therefore B = constant \times \frac{NI}{\ell} \quad \therefore \quad B = \mu \frac{NI}{\ell} = \mu n I$$

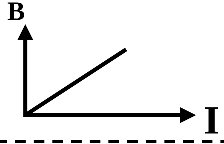
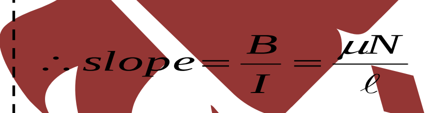
حيث : (n) عدد اللفات فى لوحدة الطول من الملف أو الكثافة العددية للفات

$$n = \frac{N}{\ell}$$

، إذا كانت اللفات متماسة معًا على طول ساق ، يكون طول الملف : $\ell = N \times 2r'$

حيث : (r') نصف قطر سلك الملف . ، ($2r'$) سُمك سلك الملف .

العوامل التى تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسي عند محور ملف لولبي

العلاقة بين	الشكل البيانى	القانون ودلالة الميل
(١) شدة التيار I " علاقة طردية "		 $\therefore slope = \frac{B}{I} = \frac{\mu N}{\ell}$
(٢) طول الملف (ℓ) " علاقة عكسية "	B , $\frac{1}{\ell}$	$\therefore slope = B\ell = \mu NI$
(٣) معامل النفاذية المغناطيسية لأوساط مختلفة (μ) " علاقة طردية "	B , μ	$\therefore slope = \frac{B}{\mu} = \frac{NI}{\ell}$
(٤) عدد لفات الملف (N) " علاقة طردية "	B , N	$slope = \frac{B}{N} = \frac{\mu I}{\ell}$

قاعدة البريمة اليمنى

◈ ☜ **الاستخدام:** تحديد اتجاه الفيض (المجال) المغناطيسى عند محور ملف حلزونى (لولبى) يمر به تيار كهربى .

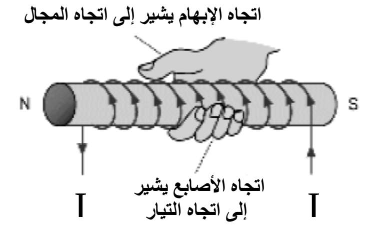
◈ ☜ **نص القاعدة :** كما سبق فى الملف الدائرى باعتبار أن الملف اللولبي يتكون من مجموعة من لفات دائرية متحدة المحور.

قاعدة اتجاه حركة عقارب الساعة

◈ ☜ **الاستخدام:** تحديد نوع القطب فى كل من وجهى ملف لولبى يمر به تيار كهربى .

◈ ☜ **نص القاعدة :** كما سبق في الملف الدائرى .

قاعدة امبير لليد اليمنى



◈ ☜ **الاستخدام:** تحديد قطبية المجال .

◈ ☜ **نص القاعدة :** عندما تقبض على الملف باليد اليمنى بحيث يشير اتجاه التفاف أصابع اليد الى اتجاه التيار فإن الإبهام يشير لاتجاه خطوط الفيض داخل الملف .

ملاحظات هامة

١- فى حالة ملفين لولبيين لهما محور مشترك ويحملان تيارين :

- فى نفس الاتجاه فإن محصلة كثافة الفيض عند منتصف المحور : $B_t = B_1 + B_2$
- فى اتجاهين متضادين فإن محصلة كثافة الفيض عند منتصف المحور : $B_t = B_1 - B_2$ $(B_1 > B_2)$

٢- إذا تم إبعاد لفات الملف الدائري عن بعضها

فإنه يصبح ملفًا لولبيًا ونطبق قانون الملف اللولبي حيث انه لا تغيير فى عدد اللفات أو شدة التيار .

وللمقارنة بين كثافتي الفيض في الحالتين نطبق العلاقة:

$$\frac{B_{1\,\text{دائرى}}}{B_{2\,\text{حلزوني}}} = \frac{L_{\text{حلزوني}}}{2r_{\text{دائرى}}}$$

٣- يتعين عدد اللفات بمعلومية طول سلك الملف من العلاقة : $N = \frac{\ell}{2\pi r}$

حيث ℓ طول السلك (طول سلك الملف وليس طول الملف)، r نصف قطر محور الملف .عدد اللفات $(N) = \frac{\text{طول السلك}}{\text{محيط اللفة}}$

لاحظ انه فى الملف الحلزوني طول سلك الملف اكبر دائما من طول الملف

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	تـزداد كثافة الفـيض المغناطيسـي عنـد أى نقطة على محور ملف لولبى يمر به تيار كهربى عند وضع ساق من الحديد المطاوع بداخله.	لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر من معامل النفاذية المغناطيسية للهواء فيعمل ساق الحديد على تركيز الفيض المغناطيسي داخل الملف .
٢	قد لا يتولد مجال مغناطيسي عن تيار مستمر يمر فى ملف حلزونى أو دائرى .	لان الملف يكون ملفوف لفًا مزدوجًا والفيض المغناطيسى الناتج عن مرور التيار فى اتجاه معين يلغى الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور نفس التيار فى الاتجاه المضاد .

◈ ☜ ملف حلزوني متصل ببطارية مقاومتها الداخلية مهملة وضح ماذا يحدث مع ذكر السبب لكثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محوره عند :	
❶ وضع أسطوانة من الحديد المطاوع داخل الملف	جـ: تزداد كثافة الفيض المغناطيسي لزيادة معامل نفاذية الوسط حيث أن معامل نفاذية الحديد المطاوع أكبر من معامل نفاذية الهواء
❷ تقليل المسافة الفاصلة بين كل لفتين من لفاته إلى النصف	جـ: تزداد كثافة الفيض المغناطيسي إلى الضعف لأن طول الملف يقل إلى النصف مع ثبوت عدد اللفات
❸ قطع نصف الملف وتوصيل ما تبقى منه بنفس البطارية	جـ: تزداد كثافة الفيض المغناطيسي إلى الضعف لأن مقاومة سلك الملف تقل إلى النصف ، فتزداد شدة التيار إلى الضعف مع ثبوت عدد اللفات لوحدة الأطوال من الملف .

أمثلة محلولة

١- ملف لولبى يتكون من 800 لفة ويمر به تيار شدته 0.7 A ، احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بداخله وتقع عند منتصف محوره ، علمًا بأن طوله 20 cm . $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m

الحل

$$B = \mu \frac{NI}{\ell} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 800 \times 0.7}{0.2} = 3.52 \times 10^{-3} T$$

****

٢- يمر تيار كهربى شدته 0.5A فى ملف حلزونى يشتمل على 20 لفة فى كل 1cm لف حول منتصفه سلك أخر على شكل لفة دائرية واحدة نصف قطرها 1cm كم تكون شدة التيار المار فى هذه النقطة بحيث يلغى مجاله المغناطيسى عند مركزها المجال المغناطيسى لتيار الملف الحلزونى ؟ صف ما يحدث للمجال المغناطيسى عند نفس النقط لو عكس اتجاه التيار المار فى اللفة



$$\because B_{1\,\text{حلزوني}} = B_{2\,\text{دائري}}$$

$$\therefore \mu \frac{N_1 I_1}{L} = \mu \frac{N_2 I_2}{2r}$$

$$\therefore \frac{20 \times 0.5}{1 \times 10^{-2}} = \frac{1 \times I_2}{2 \times 1 \times 10^{-2}} \Rightarrow \therefore I_2 = 20A$$

وإذا عكس اتجاه التيار فى اللفة ينعكس اتجاه المجال المغناطيسى للفة ويصبح اتجاه المجالان واحد وتكون كثافة الفيض المغناطيسى $B_t = B_1 + B_2$.

****

٣- (أوليمبياد ٢٠٠٨) سلك معزول قطره 0.2cm لف حول ساق من حديد نفاذيتها 2×10^{-3}wb/A.m بحيث تكون اللفات متماسة معا على طول الساق فإذا مر بها تيار شدته 5A احسب كثافة الفيض المغناطيسي

الحل

$$\because B = \mu \frac{NI}{L} \text{-----(1)} , \quad \ell_{\text{حلزوني}} = 2rN \text{------(2)}$$

بالتعويض من ٢ في ١

$$B = \frac{\mu NI}{2rN} \Rightarrow \therefore B = \frac{2 \times 10^{-3} \times 5}{2 \times 0.1 \times 10^{-2}} \Rightarrow \therefore B = 5T$$

****

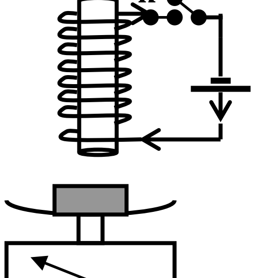
٤- (الأزهر ١٩٩٣) ملف دائري قطر لفاته 10cm يمر به تيار كهربي يولد مجالًا مغناطيسيًا عند مركزه كثافة فيضه 5×10^{-5}T أبعدت لفاته عن بعضها بانتظام حتى أصبح ملف حلزوني طوله 20cm احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بداخله وتقع على محوره



$$\because \frac{B_{دائري}}{B_{حلزوني}} = \frac{L_{حلزوني}}{2r_{دائري}} \Rightarrow \therefore \frac{5\times10^{-5}}{B_{حلزوني}} = \frac{20\times10^{-2}}{2\times5\times10^{-2}} \Rightarrow \therefore B_{حلزوني} = 2.5\times10^{-5}\,Tesla$$

****

٥- في الشكل المقابل
ملف مثبت فوق قطعة حديد مطاوع موضوع على قب ميزان :-
(أ) حدد نوع القطب المتكون فى الملف عند الطرف القريب من قطعة الحديد مع ذكر اسم القاعدة المستخدمة فى تحديد قطبية الملف .
(ب) ماذا يحدث لقراءة الميزان
١- عند غلق المفتاح k .   ٢-إذا عكس قطبي البطارية .









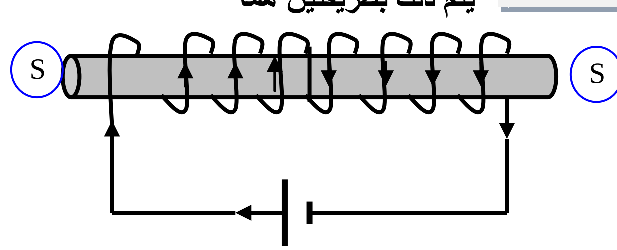
(أ) يتكون قطب شمالي والقاعدة المستخدمة أمبير لليد اليمنى
(ب) ١- عند غلق الدائرة يتحول الملف الى مغناطيس كهربى (مؤقت) ويتكون عند الطرف القريب من قطعة الحديد قطب شمالى فتتولد قوة تجاذب فتجذب قطعة الحديد ويقل وزنها و تقل قراءة الميزان .لان المجال المغناطيسى الناتج من الملف يعمل على مغنطة قطعة الحديد فيجذب الملف قطعة الحديد حيث يتكون قطب جنوبي عند الطرف القريب من الملف
٢- عند عكس قطبى البطارية ينعكس اتجاه المجال المغناطيسى ويتكون عند الطرف القريب من قطعة الحديد قطب جنوبى فتتولد قوة تجاذب فتجذب قطعة الحديد ويقل وزنها و تقل ايضا قراءة الميزان .
لاحظ أن :- لو تم استبدال قطعة الحديد بمغناطيس ويوجه الملف بأحد اقطابه سوف تزداد قراءة الميزان .

****

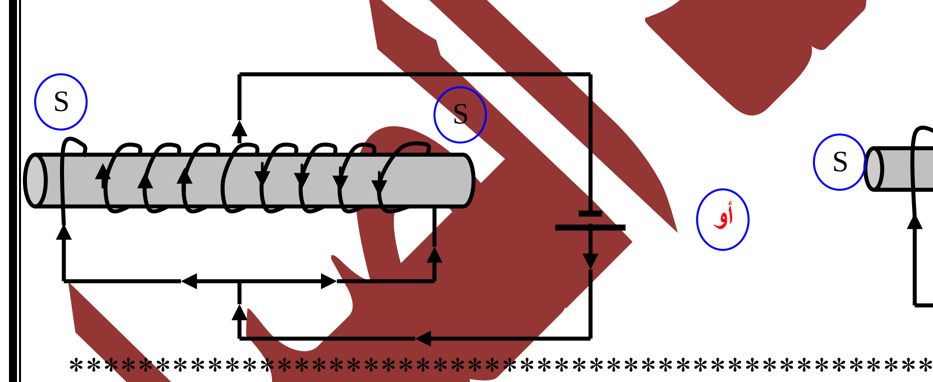
٦- (أولمبياد ٢٠٠٨) وضح بالرسم كيف تحصل على ملف لولبي يمر به تيار كهربي مستمر ويكون له قطبان خارجيان متشابهان في طرفيه ؟ وضح بالرسم .



يتم ذلك بطريقتين هما



أو



****

٧- ملف حلزونى طوله 50cm وصل ببطارية قوتها الدافعة (V_B) فولت (مهمل مقاومتها الداخلية) فكانت كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة على محوره بالداخل(B_1) wb/m² فإذا قطع 10cm من الملف من كل طرفيه ووصل الجزء الباقى من الملف بنفس البطارية فصارت كثافة الفيض المغناطيسى عند نفس النقطة السابقة(B_2) wb/m² فما هى نسبة B_2 الى B_1



$$R = \rho_e \frac{L}{A} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} ....\to 1$$

$$R = \frac{V}{I} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1} ....\to 2$$

$$L = 2rN \Leftrightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{N_1}{N_2} ....\to 3$$

$$from.....1,2,3...........\to \frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{\mu_2}{\mu_1}\times\frac{I_2}{I_1}\times\frac{L_1}{L_2}\times\frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = 1\times\frac{L_1}{L_2}\times\frac{L_1}{L_2}\times\frac{L_2}{L_1} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{50}{30} = \frac{5}{3}$$

التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى

الفصل الثانى - الدرس الأول

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) العدد الكلى لخطوط الفيض المغناطيسى المارة عموديًا خلال مساحة ما .
- حاصل ضرب كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة فى المساحة العمودية المحيطة بتلك النقطة .

(٢) الفيض المغناطيسى لوحدة المساحات .
- مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك طوله 1 متر يمر به تيار كهربى شدته 1 امبير موضوع عموديًا على الفيض المغناطيسى عند تلك النقطة .

(٣) قابلية الوسط لنفاذ الفيض المغناطيسى خلاله .

****

س ٢ : اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

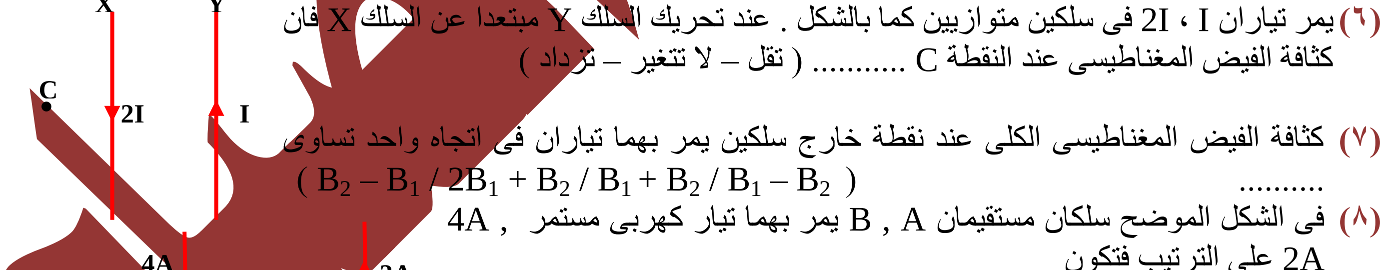
(١) تزداد كثافة الفيض المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى سلك ....
(بزيادة مقاومة السلك – بزيادة شدة التيار – بنقص شدة التيار – جميع ما سبق)

(٢) عندما يمر تيار كهربى فى سلكين متوازيين فى نفس الاتجاه فإن نقطة التعادل ....
(تكون بين السلكين – تتكون خارج السلكين – لا تتكون مطلقًا)

(٣) عندما يمر تيار كهربى له نفس الشدة فى سلكين متوازيين فى اتجاهين متضادين فإن نقطة التعادل ....
(تتكون فى منتصف المسافة بين السلكين – تتكون خارج السلكين – لا تتكون مطلقًا)

(٤) لتحديد اتجاه المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم نستخدم قاعدة ....
(البريمة اليمنى لماكسويل – اليد اليمنى لأمبير – عقارب الساعة)

(٥) كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز حلقة دائرية نصف قطرها (r) وتحمل تيار كهربى شدته (I) .... كثافة الفيض عند نقطة على بعد (r) من سلك مستقيم يحمل تيار شدته (3I)
(أكبر من – اصغر من – تساوى)

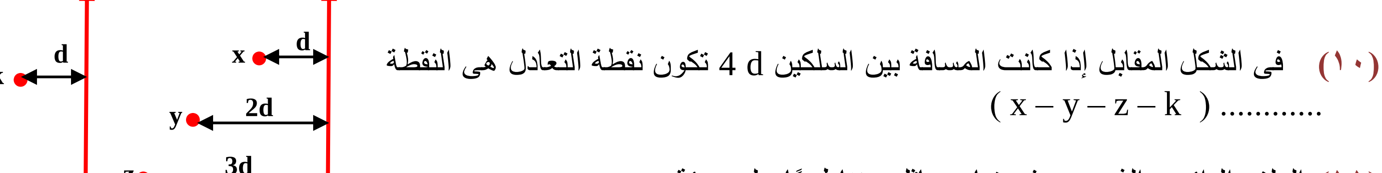


(٦) يمر تياران I ، 2I فى سلكين متوازيين كما بالشكل . عند تحريك السلك Y مبتعدا عن السلك X فان كثافة الفيض المغناطيسى عند النقطة C .... (تقل – لا تتغير – تزداد)

(٧) كثافة الفيض المغناطيسى الكلى عند نقطة خارج سلكين يمر بهما تياران فى اتجاه واحد تساوى ....
($B_2 - B_1$ / $2B_1 + B_2$ / $B_1 + B_2$ / $B_1 - B_2$)

(٨) فى الشكل الموضح سلكان مستقيمان A , B يمر بهما تيار كهربى مستمر 4A , 2A على الترتيب فتكون
١- قيمة كثافة الفيض المغناطيسى عند النقطة x = ...
(2×10^{-6} T – 4×10^{-6} T – 8×10^{-6} T – 16×10^{-6} T)
٢- قيمة كثافة الفيض المغناطيسى عند النقطة y = ...
(5×10^{-6} T – 4×10^{-6} T – 8×10^{-6} T – 20×10^{-6} T)

(٩) تزداد كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى عندما ....
(يزداد نصف قطره – تنقص شدة التيار المار فيه – يزداد عدد اللفات – جميع ما سبق)



(١٠) فى الشكل المقابل إذا كانت المسافة بين السلكين 4 d تكون نقطة التعادل هى النقطة (x – y – z – k) ....

(١١) الملف الدائرى الذى يمر فيه تيار يماثل مغناطيسًا على هيئة ....
(قرص مصمت – قضيب – حدوة حصان)

(١٢) أى الملفات التالية تكون كثافة الفيض عند مركزه أكبر قيمة ؟ ....

❶ I , r ❷ 2 I , 2 r ❸ 2 I , $\frac{1}{2}$ r ❹ 5 I , r

(١٣) إذا كانت كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز حلقة دائرية نصف قطرها 4π cm هى 5×10^{-5} T وكانت النفاذية المغناطيسية للهواء $4\pi\times10^{-7}$ web/A.m فإن شدة التيار المار فى الحلقة تكون..(17 A – 10 A – 7.14 A – 7 A)

(١٤) تتناسب كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة على المحور داخل الملف اللولبي تناسبًا عكسيًا مع ....
(عدد لفات الملف – شدة التيار فى الملف – طول الملف – طول سلك الملف)

(١٥) خطوط الفيض المغناطيسى داخل ملف حلزونى تكون .... (دائرية – عمودية على محوره – موازية لمحوره)

(١٦) تقل كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة داخل ملف لولبى وعلى محوره بزيادة (شدة التيار – عدد اللفات – قطر الملف)

(١٧) المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى ملف لولبى يشبه المجال المغناطيسى لمغناطيس على هيئة ....
(قرص مصمت – قضيب – حدوة حصان)

(١٨) فى الشكل الموضح إذا كان عدد لفات الملف 500 لفة تكون كثافة الفيض عند منتصف محوره = ...(علمًا بأن : $\mu = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A}$)

($2\pi\times10^{-3}$ T – $\pi\times10^{-7}$ T – $8\pi\times10^{-4}$ T – $4\pi\times10^{-3}$ T)

20cm
2 A

****

س٣ : علل لما يأتى :

(١) ينصح ببناء المساكن بعيدًا عن أبراج الضغط الكهربى العالى .
(٢) تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربى فى نفس الاتجاه بين السلكين .
(٣) تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربى فى اتجاهين متضادين خارج السلكين .
(٤) عند مرو تيار كهربى فى سلكين متوازيين قد لا تتكون نقطة التعادل بينهما .
(٥) تجاذب سلكين مستقيمين متوازيين إذا كان التيار المار بهما فى نفس الاتجاه .
(٦) تنافر سلكين مستقيمين متوازيين إذا كان التيار المار بهما فى اتجاهين متضادين .
(٧) تزداد كثافة الفيض المغناطيسى عند أى نقطة على محور ملف لولبى يمر به تيار كهربى عند وضع ساق من الحديد المطاوع بداخله .
(٨) قد لا يتولد مجال مغناطيسى عن تيار مستمر يمر فى ملف حلزونى أو دائرى .

****

س٤ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) الفيض المغناطيسى .
(٢) كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة .
(٣) قانون أمبير الدائرى .
(٤) قاعدة البريمة اليمنى .
(٥) قاعدة عقارب الساعة لتحديد قطبية ملف دائرى .
(٦) قاعدة أمبير لليد اليمنى

****

س٥ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى مع كتابة العلاقة الرياضية :

(١) كثافة الفيض المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى :
(أ) سلك مستقيم . (ب) ملف دائرى . (جـ) ملف حلزونى .

****

س٦ : اذكر شروط حدوث كل مما يأتى :

(١) قوة تجاذب بين سلكين متوازيين يحملان تيار كهربى .

(٢) ✍ قوة تنافر بين سلكين متوازيين من النحاس يمر بهما تيار كهربى .
(٣) انعدام كثافة الفيض عند نقطة بين سلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربى .
(٤) عدم وجود نقطة تعادل لسلكين مستقيمين متوازيين يمر بهما تيار كهربى .

****

س٧ : ماذا يحدث فى كل مما يأتى مع التفسير :

(١) زيادة بعد النقطة عن سلك مستقيم يمر به تيار كهربى ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسى حوله .
(٢) زيادة شدة التيار الكهربى المار فى سلك مستقيم بالنسبة لكثافة الفيض الناتج عنه عند نقطة تبعد عنه مسافة معينة .
(٣) ✍ مرور تيار كهربى فى نفس الاتجاه فى سلكين متوازيين .
(٤) ✍ مرور تيار كهربى فى اتجاهين متضادين فى سلكين متوازيين و متقاربين .
(٥) إبعاد لفات ملف دائرى عن بعضها ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسى عند مركزه .
(٦) نقص نصف قطر ملف دائرى يمر به تيار كهربى بالنسبة لكثافة الفيض عند مركزه .
(٧) ✍ مرور تيار كهربى مستمر فى ملف لولبى .
(٨) نقص عدد اللفات فى وحدة الأطوال لملف حلزونى يمر به تيار كهربى بالنسبة لكثافة الفيض عند نقطة على محوره .
(٩) تقارب لفات ملف حلزونى ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسى عند أى نقطة على محوره .
(١٠) لف سلك ملف حلزونى لفًا مزدوجًا ومرور تيار كهربى به .
(١١) وضع قلب من الحديد المطاوع داخل ملف حلزونى ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسى .

****

س٨ : اذكر استخداماً واحداً لكل مما يأتى :

(١) قاعدة أمبير لليد اليمنى .
(٢) قاعدة البريمة اليمنى .
(٣) قاعدة اتجاه دوران عقارب الساعة .

****

س٩ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) الفيض المغناطيسى وكثافة الفيض المغناطيسى ، من حيث التعرف ووحدة القياس .
(٢) كثافة الفيض المغناطيسى بجوار سلك مستقيم وعند مركز ملف دائرى وعند نقطة على محور ملف حلزونى ، من حيث : شكل المجال – اتجاه المجال – العلاقة الرياضية .
(٣) ✍ قاعدة أمبير لليد اليمنى وقاعدة فلمنج لليد اليسرى (من حيث الاستخدام) .
(٤) ✍ كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى وعند نقطة على محور ملف لولبى يمر فيهما تيار كهربى (من حيث : العلاقة الفيزيائية المستخدمة) .

****

س١٠ : أسئلة متنوعة :

(١) ✍ **فى التجربة الموضحة بالشكل :**

تم نثر برادة حديد على لوح ورقى أفقى يخترقه سلك مستقيم رأسيًا . ماذا يحدث لبرادة الحديد فى الحالات الآتية ؟
❶ عند إمرار تيار كهربى فى السلك وطرق اللوح بخفة .
❷ زيادة شدة التيار فى السلك مع استمرار الطرق على اللوح .

****

(٢) ✍ **وضح** كيف يمكننا زيادة كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى .

****

(٣) **ما ذا نعنى بقولنا أن :**
(أ) ✍ كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة = 0.4 tesla
(ب) الفيض المغناطيسى عند نقطة ما = 0.4 wb

****

(٤) **متى تكون القيم الآتية مساوية للصفر :**

(أ) ✍ كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بين سلكين متوازيين كل منهما يحمل تيارًا كهربيًا .
(ب) كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة فى منتصف المسافة بين سلكين متوازيين يمر فيهما نفس شدة التيار الكهربى .
(ج) ✍ كثافة الفيض الكلية عند نقطة خارج سلكين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى .

****

(٥) اذكر القاعدة المستخدمة فى تحديد اتجاه كل مما يأتى :
(أ) الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم .
(ب) الفيض المغناطيسى عند محور ملف حلزونى يمر به تيار كهربى .
(ت) الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى يمر به تيار كهربى .

****

(٦) وضح بالرسم :
(أ) شكل المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار فى سلك مستقيم .
(ب)شكل المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار فى ملف دائرى .
(ت)شكل المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار فى ملف لولبى .

****

(٧) ✍ **أذكر** خواص خطوط الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى يمر به تيار كهربى .

****

(٨) ملف حلزونى طوله ℓ وعدد لفاته N متصل ببطارية قوتها الدافعة V_B ومقاومتها الداخلية مهملة ، **ماذا يحدث مع ذكر السبب لكثافة الفيض المغناطيسى عند منتصف محوره عند :**
(أ) وضع أسطوانة من الحديد المطاوع داخل الملف .
(ب) تقليل المسافة الفاصلة بين كل لفتين من لفاته الى النصف .
(ت) ✍ قطع نصف طول الملف وتوصيل ما تبقى منه بنفس البطارية .

****

(٩) ملفان حلزونيان متماثلان فى الشكل والسُمك والطول ، الاول من النحاس والثانى من الألومنيوم وصل كل منهما مع مصدر تيار كهربى قوته الدافعة الكهربية 12V ومقاومته الداخلية مهملة، **هل سيختلف مقدار كثافة الفيض الناشئ عند منتصف محور كل منهما؟**

****

(١٠) فى الشكل المقابل :
ملف حلزونى ملفوف حول أسطوانة من البلاستيك ومتصل بمصدر للتيار الكهربى ومغناطيس معلق .
(أ) ما نوع القوة المؤثرة على القطب N للمغناطيس عند غلق المفتاح K
(ب) ماذا يحدث عند عكس قطبى المصدر الكهربى ثم غلق المفتاح .
(ت) ماذا يحدث عند استبدال أسطوانة البلاستيك بأسطوانة من الحديد المطاوع ثم غلق المفتاح ؟

S N K

****

س١١ : مسائل :

اولا :الفيض المغناطيسى

١- 📖 ملف مساحة مقطعه $0.2m^2$ وضع عموديًا على خطوط فيض مغناطيسي منتظم كثافته $0.04wb/m^2$ احسب الفيض المغناطيسي الذي يمر خلال الملف . **[0.008Wb]**

****

٢- 📄 ملف مساحته $2m^2$ وضع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه $0.05Wb/m^2$ بحيث يكون الفيض المار به نهاية عظمى احسب الفيض المغناطيسي عندما يدور الملف بزاوية : ❶ 30° **[0.087 Wb]** ❷ 45° **[0.07 wb]**
❸ 60° **[0.05 wb]** ❹ 135° **[- 0.07 wb]** ❺ 180° **[- 0.1 wb]**

****

٣- وضع قرص قطره 7cm في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 5Tesla احسب الفيض الكلي المار خلال القرص إذا كان
❶ القرص موازٍ لخطوط الفيض ❷ القرص يصنع زاوية 30° مع اتجاه الفيض
❸ القرص عموديًا على خطوط الفيض . **[0 - 9.625×10^{-3}Weber -19.25×10^{-3}weber]**

٤- ملف مربع طول ضلعه 20 cm وضع فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه 3×10^{-2} T فإذا كان الفيض الناتج 6×10^{-4} weber أوجد الزاوية التى يصنعها الملف مع خطوط الفيض . [30^o]

****

ثانيا : كثافة الفيض المغناطيسى حول سلك مستقيم

٥- 📖 سلك مستقيم قطره 2mm يمر به تيار شدته 5A احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على بعد 0.2m . [5×10^{-6}T]

****

٦- سلك مستقيم يمر به تيار شدته 8 A ويتحرك بالقرب منه على بعد 16 cm شعاع الكتروني في نفس اتجاه التيار في السلك بمعدل 10^{20} electron/sec احسب كثافة الفيض المغناطيسي في منتصف المسافة بينهما علما بان شحنة الإلكترون = 1.6×10^{-19} كولوم . [2×10^{-5}T]

****

٧- يمر تيار شدته 7.2 A في سلك طويل مستقيم عمودي على الورقة في مكان قيمة المركبة الأفقية لمجال الأرض المغناطيسي فيه 2.28×10^{-5} T واتجاه التيار في السلك لأعلى احسب محصلة كثافة الفيض المغناطيسى عند :

❶ نقطة تبعد 8 سم من محور السلك جهة الشمال منه . [2.9×10^{-5}T]

❷ نقطة تبعد 8 سم من محور السلك جهة الشرق منه . [4.08×10^{-5}T]

****

٨- 📖 سلكان مستقيمان متوازيان يمر في الأول تيار شدته 10A وفي الثاني تيار شدته 5A احسب كثافة الفيض المغناطيسي الكلي عند نقطة بين السلكين تبعد عن الأول 0.1m وعن الثاني 0.2m عندما يكون التيار في السلكين في نفس الاتجاه مرة وفي اتجاهين متضادين مرة أخرى . [2.5×10^{-5} Tesla - 1.5×10^{-5} Tesla]

****

٩- سلكان مستقيمان متوازيان رأسيان البعد بينهما 10cm يمر في أحدهما تيار شدته 2A وفي الثاني 3A في نفس الاتجاه أوجد نقطة التعادل بين المجالين المغناطيسيين الناتجين عنهما. [4cm من التيار الأضعف]

****

١٠- سلكان G, D متوازيان ومثبتان وطويلان جدا تم تعليقهما رأسيًا على بعد 30cm من بعضهما في الهواء ، مر تيار شدته 10 A في السلك D وتيار شدته 20A في السلك G أوجد موضع نقطة التعادل التي تكون محصلة كثافتي الفيض عندها تساوي صفرًا في الحالتين الآتيتين :

❶ عندما يكون التياران في نفس الاتجاه [على بعد 10cm من السلك D]

❷ عندما يكون التياران في اتجاهين متضادين [على بعد 30cm من السلك D]

****

١١- ✍ سلكان متوازيان وضعا في الهواء على بعد 30 cm من بعضهما يمر في أحدهما تيار كهربي شدته 40 A ويمر في الثاني تيار كهربي شدته 20 A احسب كثافة الفيض المغناطيسي المتولد عند نقطة بينهما تبعد 20 cm عن السلك الأول عندما يكون التيار الكهربي في كل من السلكين في نفس الاتجاه مرة وعندما يكون في اتجاهين متعاكسين مرة أخرى علما بأن النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi\times10^{-7}$wb/A.m [8×10^{-5} تسلا ، 0]

****

١٢- بوصلة صغيرة موضوعة عند نقطة بين سلكين مستقيمين متوازيين يمر بهما تيار كهربى فإذا كان السلك الأول يمر به تيار كهربى شدته 2 A واتجاهه من الجنوب للشمال ويقع على بُعد 20 cm من البوصلة بينما يقع السلك الثانى على بعد 40 cm منها أوجد شدة واتجاه التيار الذى إذا مر فى السلك الثانى لا يحدث انحراف لمؤشر البوصلة . [4 A]

****

١٣ – فى الشكل الموضح :

y —2d— B (2I) —d— A (I) —d— x

سلكان متوازيان A , B يمر بهما تيار كهربى I , 2I على الترتيب خارج الصفحة إذا علمت أن كثافة الفيض المغناطيسى عند النقطة x هى 10^{-6} T احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند النقطة y [6.67×10^{-7} T]

****

١٤- ✍ فى الشكل المقابل :

سلكان مستقيمان متوازيان 1 , 2 فإذا علمت أن كثافة الفيض المغناطيسى الكلى B_t عند النقطة P (فى منتصف المسافة بين السلكين) تساوى 6×10^{-5} T احسب كثافة الفيض المغناطيسى الكلى عند النقطة Q [6.7×10^{-6} T]

١٥- **فى الشكل المقابل :**
سلكان متوازيان يمر فى الأول تيار شدته 2 A وفى الثانى تيار شدته 4 A احسب كثافة الفيض المغناطيسى الكلى عند كل من Q , P :
(أ) إذا كان التياران فى اتجاه واحد .
(ب)إذا كان التياران فى اتجاهين متضادين .
[1.33×10^{-5} T , 1.87×10^{-5} T , 2.67×10^{-5} T , 1.33×10^{-5} T]

P
5 cm
1
10 cm
2
5 cm
Q

****

١٦ – **فى الشكل الموضح :**
سلكان مستقيمان متوازيان 1 , 2 بحيث تكون النقطة X عند موضع التعادل ، فإذا زادت شدة تيار السلك 2 الى 4 A أزيحت نقطة التعادل مسافة 10 cm احسب المسافة d بين محورى السلكين [33.33 cm]

1A
4A
a
X
d
2
1

ثالثا : كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى

١٧- ما شدة التيار في حلقة نصف قطرها 10 cm بحيث تكون كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الحلقة 5×10^{-5} T .
[$\frac{50}{\pi}$ A]

****

١٨- حلقة معدنية نصف قطرها 0.1m يمر بها تيار شدته 10 A احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الحلقة .
[$2\pi\times10^{-5}$T]

****

١٩- إذا مر تيار كهربى فى سلك طوله 26.4 cm منحنى على شكل قوس من دائرة نصف قطرها 5.6 cm فكانت كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز هذه الدائرة 8.25×10^{-6} T احسب شدة التيار المار . [0.98 A]

****

٢٠- سلك من النحاس طوله 50.24 m ومساحة مقطعه 1.79×10^{-7} m^2 لف على شكل ملف دائرى عدد لفاته 200 لفة نصف قطرها 4 cm ، وصلت نهايتيه بمصدر تيار مستمر قوته الدافعة الكهربية 12 V ، ومقاومته الداخلية 1 Ω ، فإذا علمت أن المقاومة النوعية للنحاس = 1.79×10^{-8} Ω.m ، فاحسب كل من (أ) شدة التيار المار فى السلك . [1.99 A]
(ب) كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف . [6.25×10^{-3} T]

****

٢١- ملف دائرى عدد لفاته 3 لفات ونصف قطره 5 cm يمر به تيار 1 A يوجد على بُعد 10 cm منه سلك مستقيم طويل فى نفس المستوى يمر به تيار I كما بالشكل : احسب :
(أ) قيمة I التى تجعل كثافة الفيض عند مركز الملف الدائرى تنعدم .
(ب) قيمة كثافة الفيض عند مركز الملف إذا عكس اتجاه التيار I .
[28.28 A , 7.54×10^{-5} T]

I
10 cm
5cm

****

٢٢- احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز ملف دائري يتكون من لفة واحدة نصف قطره 0.1m يمر به تيار شدته 10A . وإذا كان هناك سلك مستقيم يمر به تيار كهربي له نفس الشدة فما هو بعد النقطة التي تكون كثافة الفيض المغناطيسي عندها لها نفس القيمة . [6.28×10^{-5}T , 0.032m]

****

٢٣- ملف دائري معزول مكون من لفة واحدة يحمل تيار شدته 5A ويتولد عند مركزه فيض مغناطيسي كثافته B احسب شدة التيار الذي يمر في سلك مستقيم بحيث ينشأ عنه نفس كثافة الفيض عند نقطة بعدها العمودي عن السلك يساوي نصف قطر السلك . [15.7 A]

****

٢٤- ملف دائري قطره 20π cm يمر به تيار كهربي فكانت كثافة الفيض المغناطيسي عند مركزه تساوي ربع كثافة الفيض المغناطيسي الناتج عن مرور نفس التيار في سلك مستقيم عند نقطة بعدها العمودي عن السلك 2.5cm احسب عدد لفات الملف [1 لفة]

٢٥- ✍ سلك طويل مستقيم معزول في وضع رأسي بحيث يكون مماسًا لملف دائري معزول مكون من لفة واحدة مستواه في مستوى الزوال المغناطيسي للأرض موضوع عند مركز الملف إبرة مغناطيسية حرة الحركة في مستوى أفقي احسب شدة التيار الكهربي الذي إذا مر في السلك المستقيم لا يسبب أي انحراف للإبرة عندما يمر في الملف الدائري تيار كهربي شدته 0.42 A.
[1.32 A]

****

٢٦- **في الشكل المقابل**
يمر تيار 40 A في سلك مستقيم ويمر تيار 2A في ملف دائري نصف قطره 2π cm والبعد بين مركز الملف والسلك 8 cm فإذا كانت محصلة كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عن التيارين في مركز الملف الدائري يساوي صفرا فما عدد لفاته . **[5 لفات]**

****

٢٧- احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة M لسلك كما بالشكل يمر به تيار شدته 49 أمبير ثم احسب طول السلك XY علما بأن النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi\times10^{-7}$ wb/A.m.

[22×10^{-5} T , 0.22 m]

****

٢٨- ✍ شُكل سلك مستقيم مقاومته 48 Ω على شكل حلقة مغلقة قطرها (d) ، وتم توصيل بطارية 6 V عبر طرفي قطرها كما بالشكل :

(أ) أوجد المقاومة الكلية بين النقطتين (B , A) **[12 Ω]**
(ب) أوجد شدة التيار المار خلال سلك الحلقة **[0.25 A]**
(ت) اشرح لماذا تنعدم كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الحلقة .

****

٢٩- في الشكل الموضح حلقة دائرية نصف قطرها 2cm ومقاومتها 16 Ω احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الحلقة عندما يكون:

❶ المفتاح K مفتوحًا **[3.77×10^{-5}T]**
❷ المفتاح K مغلقًا **[0]**

****

٣٠- يمر تيار 2 A في حلقة معدنية نصف قطرها 8 cm وفرق الجهد بين طرفيها 2π V ومساحة مقطع سلك الحلقة 0.2 cm^2 كما بالشكل احسب :

❶ مقاومة السلك المصنوع منه الحلقة **[4π Ω]**
❷ المقاومة النوعية لمادة سلك الحلقة **[5×10^{-4} T]**
❸ كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الحلقة **[0]**

****

٣١- سلك يحمل تيار شدته 5 أمبير فإذا كان نصف قطر الإنحناء 10 cm احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند النقطة P .

[25 π Tesla]

****

٣٢- ملف دائرى عدد لفاته 50 لفة محورة منطبق على مجال الأرض الذى كثافته 5×10^{-5} Tesla يمر به تيار شدته 1.4A فوجد انه عندما يقلب الملف تصبح كثافة الفيض فى المركز ضعف ما كانت عليه اولا احسب نصف قطر الملف علمًا بان مجال الملف اكبر من مجال الأرض
[0.293 m]

****

٣٣- سلك مستقيم لف على شكل ملف دائري مكون من لفة واحدة وإذا أعيد لف السلك مرة أخرى على شكل ملف دائري عدد لفاته 7 لفات فإذا مر فيه نفس التيار المار في الملف الأول فقارن بين كثافتي الفيض عند مركز الملفين **[1 : 49]**

****

٣٤- شحنة كهربية مقدارها 1.4×10^{-6}C تدور بسرعة 1500 دورة كل دقيقة في مسار دائري نصف قطره 15cm احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الدوران لهذه الشحنة . **[1.46×10^{-10} T]**

٣٥- ملفان دائريان متحدا المركز يمر بهما تياران متساويان فى المقدار ومتضادين فى الاتجاه فإذا كان قطر أحدهما 10 cm وعدد لفاته 100 لفة وكان قطر الآخر 20 cm ، فكم يكون عدد لفاته لكى تنعدم كثافة الفيض عند مركز هما المشترك ؟ [200]

****

٣٦- ملفان دائريان A ، B يتركب الأول من 14 لفة ونصف قطر كل منها 10 cm والثاني من 21 لفة قطر كل منها 20 cm ألصق الملفان على قرص من الورق المقوى بحيث انطبق مستواهما وكذلك مركز كل منهما على الآخر ثم وصلا على التوالي بحيث يمر التيار فيهما في اتجاهين متضادين وأمر فيهما تيار شدته 5 أمبير احسب كثافة الفيض المغناطيسي في المركز المشترك للملفين علما بأن $\pi = \frac{22}{7}$. [2.2×10^{-4} Tesla]

****

٣٨- ملفان دائريان متحدا المركز $r_1 = 55$ cm ، $N_1 = 350$ ، $I_1 = 20$ A ، $r_2 = 44$cm ، $I_2 = 7$ A ، $N_2 = 600$ احسب كثافة الفيض الناتج عن مرور التيار فيهما عند المركز المشترك لهما إذا كان مستواهما واحدًا فى الحالات الاتية (أ) التيار في اتجاه واحد فيهما . (ب)إذا دار الأول 180 (جـ) إذا دار الأول 90 . [0.014 - 0.002 - 0.01]

رابعا : كثافة الفيض المغناطيسى على محور لولبى (حلزونى)

٣٩- ملف لولبي طوله 50cm وعدد لفاته 4000 لفة يمر به تيار شدته 2A احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بداخله وعلى محوره [0.02 T]

****

٤٠- احسب شدة التيار الكهربي اللازم لتوليد فيض مغناطيسي كثافته 0.815 T عند مروره في ملف حلزوني عدد لفاته 800 لفة وطوله 20cm عند وضع قلب من الحديد بداخله علما بأن النفاذية المغناطيسية للحديد 1.63×10^{-2} Wb [0.0125A]

****

٤١- ملف حلزونى طوله 0.22 m ومساحة مقطعه 25×10^{-4} m² يحتوى على 300 لفة في السلك . ما شدة التيار الذى يجب إمراره به لتكون كثافة الفيض المغناطيسى عند منتصف محوره = 1.2×10^{-3} wb/m² وكم يكون الفيض الكلى الذى يمر خلال مقطع الملف . [0.7 A , 3×10^{-6} wb]

****

٤٢- ملف لولبي طوله 0.6 m ويمر به تيار شدته 10 A وكثافة الفيض الناشئة عند نقطة على محوره تساوي 0.05 T احسب : ❶ عدد اللفات لكل وحدة أطوال [3977.27 turn/m]
❷ عدد لفاته [2386.36 turn]

****

٤٣- ملف حلزوني عدد لفاته 56 لفة وطوله 10cm يمر به تيار يولد عند نقطة على محوره مجالًا مغناطيسيًا كثافته 14×10^{-5}T : احسب ❶ شدة التيار المار فيه [0.1989 A]
❷ كثافة الفيض المغناطيسي عند مركزه إذا ضغطت لفاته ليصبح ملف دائري قطره 20cm [7×10^{-5} T]

****

٤٤- ملفان لولبيان أحدهما داخل الآخر لهما محور مشترك تحتوي وحدة الأطوال من الملف الأول على 10 لفات ومن الملف الثاني على 20 لفة فإذا كان تيار الملف الداخلي 2A والخارجي 4A احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بداخلهما على المحور : ❶ عندما يكون التياران في نفس الاتجاه [125.7×10^{-6} T]
❷ عندما يكون التياران في اتجاهين متضادين [75.4×10^{-6}T]

****

٤٥- ملف حلزوني عدد لفاته 500 لفة وطوله 20cm ومقاومته 14.5 أوم وصل طرفاه ببطارية قوتها الدافعة الكهربية 1.5V ومقاومتها الداخلية 0.5Ω أوجد كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة داخله وتقع على محوره علمًا بأن النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi\times10^{-7}$wb/A.m [3.14×10^{-4} T]

****

٤٦- ملفان لولبيان أحدهما داخل الآخر بحيث ينطبق محوراهما ولهما نفس الطول فإذا كان عدد لفات الملف الداخلي 400 لفة وعدد لفات الملف الخارجي 1600 لفة وكانت شدة التيار المار في الملف الداخلي 3A فكم تكون شدة التيار التي يجب أن تمر في الملف الخارجي حتى تكون كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على المحور المشترك لهما تساوي صفرا ؟ [0.75A]

****

٤٧- ✍ ملف دائري قطره 12 cm يمر به تيار كهربي يولد مجالًا مغناطيسيًا عند مركزه أبعدت لفاته بانتظام عن بعضها في اتجاه محوره ليصبح ملفًا حلزونيًا به نفس شدة التيار فأصبحت كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة داخله وتقع على محوره = 0.5 كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الملف الدائري احسب طول الملف الحلزوني حينئذ **[24 cm]**

****

٤٨- ✍ ملف لولبي طوله 20 cm يمر به تيار كهربي يولد فيضًا مغناطيسيًا كثافته 4×10^{-3} T عند أي نقطة على محوره ، ضغطت لفاته بانتظام فأصبح قطره 10 cm احسب كثافة الفيض عند مركز الملف في هذه الحالة. **[8×10^{-3} T]**

****

٤٩- ملف لولبى طوله 20 cm وعدد لفاته 100 لفة ومقاومته 6 Ω مدمج فى الدائرة الكهربية الموضحة ، احسب كثافة الفيض عند منتصف محوره فى حالة :

(أ) فتح المفتاح K

(ب) غلق المفتاح K

K
R = 3Ω
V_B = 60 V
r = 2 Ω

[4.71×10^{-3} T , 3.14×10^{-3} T]

****

٥٠- ملف لولبى طوله 20 cm وعدد لفاته 200 لفة يمر به تيار شدته 0.5 A أوجد كثافة الفيض عند منتصف محوره :

(أ) إذا كان الوسط هواء . **[6.28×10^{-4} T]**

(ب) إذا وضع قلب من الحديد داخل الملف . ($\mu_{(\text{حديد})} = 2\times10^{-3}$ Wb/A.m) **[1 T]**

****

٥١- ملف لولبى عدد لفاته 100 لفة وطوله 50 cm ومقاومة اللفة الواحدة 0.01 Ω وصل بمصدر جهد 2 V مقاومته الداخلية مهملة احسب كثافة الفيض عند منتصف محوره ، ثم احسب القيمة التى ستؤول لها كثافة الفيض إذا تم قص 50 لفة منه ثم وصل بنفس المصدر . **[5.03×10^{-4} T , 1.006×10^{-3} T]**

****

٥٢- سلك مستقيم يحمل تيارا شدته 5A وضع عموديًا على محور ملف حلزوني عدد لفاته 10 لفات وطوله 15cm ويمر به تيار شدته $\frac{7}{22}$ أمبير أوجد كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محور الملف وعلى بعد 5cm من السلك **[3.33×10^{-5}T]**

****

٥٣- ملف حلزونى طوله 50 cm وعدد لفاته 100 لفة يمر به تيار 2 A وضع عند منتصفه تمامًا ملف دائرى بحيث يكون مركز الملف الدائرى منطبق على محور الملف الحلزونى ، ومستوى الملف الدائرى عمودى على محور الملف الحلزونى فإذا كان عدد لفات الملف الدائرى 20 لفة ومر به تيار 1 A ونصف قطره 15 cm احسب كثافة الفيض عند المركز المشترك إذا كان التيارين : (أ) فى نفس الاتجاه . (ب) فى اتجاهين متضادين . **[5.87×10^{-4} T , 4.19×10^{-4} T]**

****

٥٤- ملف حلزونى طوله 85 cm ومتوسط قطره 3 cm ملفوف خمس طبقات بحيث كان عدد لفات كل طبقة 850 لفة ويحمل تيارا شدته 6A احسب كثافة الفيض المغناطيسى فى منتصف محور الحلزون . **[3.768×10^{-2} T]**

****

٥٥- ملف حلزوني طول محوره 10 cm وعدد لفاته 50 لفة ، محيط اللفة الواحدة 2 cm ومقاومة كل لفة 0.5 Ω وصل ببطارية قوتها الدافعة 5V ومقاومتها الداخلية مهملة فإذا كانت كثافة الفيض عند نقطة على محوره B_1 ، وإذا قطع 10 cm من كل طرف من طرفيه ووصل الجزء الباقي من الملف بنفس البطارية أصبحت كثافة الفيض عند نفس النقطة السابقة B_2 فأوجد النسبة بين $B_1 : B_2$ **[5 : 4]**

****

خامسا : العلاقات البيانية

٥٧- يوضح الجدول التالي العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة الناشئ عن مرور تيار في سلك مستقيم والبعد العمودي لهذه النقطة عن السلك وكانت النتائج كالتالي :

B(tesla)	10^{-5}	2×10^{-5}	4×10^{-5}	6×10^{-5}	8×10^{-5}
$\frac{1}{d}$ (cm)	5	10	15	20	25

ارسم العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي على المحور الرأسي والبعد العمودي على المحور الأفقي ومن الرسم أوجد :

١- كثافة الفيض المغناطيسي على بعد 17.5 سم من السلك . **[5×10^{-5} T]**

٢- شدة التيار المار في السلك . **[2×10^{3} A]**

****

٥٨- سجلت النتائج التالية عند إيجاد العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة فى الهواء على محور ملف حلزونى وشدة التيار المار فيه علمًا بأن عدد لفات الملف 21 لفة :

كثافة الفيض عند مركز الملف $B \times 10^{-5}$ تسلا	40	80	120	160	220
شدة التيار المار بالأمبير	5	10	15	20	25

ارسم العلاقة بين B على الرأسي و I على الأفقي

من الرسم اوجد ١- طول الملف **[33 cm]**

٢- كثافة الفيض على نقطة على محور الملف الحلزوني عندما يمر تيار شدته 12.5A **[0.001 T]**

****

٥٩- سجلت النتائج التالية عند إيجاد العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي B عند نقطة فى الهواء على محور ملف حلزوني يحمل تيار كهربى وطوله 22 cm وعدد لفاته N

كثافة الفيض عند مركز الملف $B \times 10^{-5}$ تسلا	4	8	12	16	20
عدد لفات (N) لفة	100	200	300	400	500

ارسم العلاقة بين B على الرأسي وN على الأفقي

من الرسم اوجد ١- شدة التيار المار **[5.25 A]**

٢- عدد لفات الملف إذا كانت كثافة الفيض على نقطه 14×10^{-5} T **[350 rev]**

****

٦٠- ملف دائرى مكون من 100 لفة ويمر به تيار (I) يمكن تغيير شدته وينتج فيضًا مغناطيسيًا كثافته (B) عند مركز الملف .

I(Ampere)	0.5	1.0	a	2.0	2.5	3.0
$B\times\pi\times10^{-3}$ (Tesla)	2	4	5	8	b	16

١- ارسم العلاقة البيانية بين كثافة الفيض عند مركز الملف (B) على المحور الصادى ، وشدة التيار المار فيه (I) على المحور السينى .

٢- من الشكل البيانى أوجد قيمة كل من a , b

٣- اوجد متوسط قطر الملف الدائرى .

****

الدرس الثانى

التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى

القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على سلك يمر به تيار كهربي موضوع عموديا في هذا المجال

❶ عند وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربي في مجال مغناطيسي منتظم بحيث يكون السلك عموديًا على خطوط الفيض المغناطيسى :

- تنشأ قوة تؤثر على السلك وتكون عمودية على اتجاه التيار الكهربى وعلى اتجاه المجال .
- تؤدى هذه القوة الى حركة السلك من الموضع الأعلى في كثافة الفيض المغناطيسى الى الموضع الأقل في كثافة الفيض المغناطيسي إذا كان السلك حر الحركة .

❷ يمكن عكس اتجاه القوة وبالتالى اتجاه حركة السلك وذلك بإحدى طريقتين :

١) عكس اتجاه التيار الكهربى المار فى السلك .
٢) عكس اتجاه المجال المغناطيسى المؤثر على السلك .

علل ◄ يتحرك سلك مستقيم يمر به تيار كهربي موضوع عموديًا على فيض مغناطيسي .

ج: لاختلاف محصلة كثافة الفيض المغناطيسي الأصلي والفيض المغناطيسي الناتج عن التيار على جانبي السلك فيتحرك السلك من الموضع الأعلى في كثافة الفيض المغناطيسي إلى الموضع الأقل في كثافة الفيض المغناطيسي .

استنتاج القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع في فيض مغناطيسى

- عند وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربى شدته (I) عموديًا على مجال مغناطيسى كثافة فيضه (B) وطول الجزء المعرض من السلك للفيض (ℓ) فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية (F) .

حيث :

$$F \propto \ell \quad , \quad F \propto I \quad , \quad \therefore F \propto B$$

$$\therefore F = \text{constant} \times BI\ell \quad , \quad \therefore F \propto BI\ell$$

وإذا اتخذت كثافة الفيض المغناطيسي B بوحدة التسلا بحيث تؤثر بقوة 1 N على سلك طوله 1 m يمر به تيار شدته 1 A

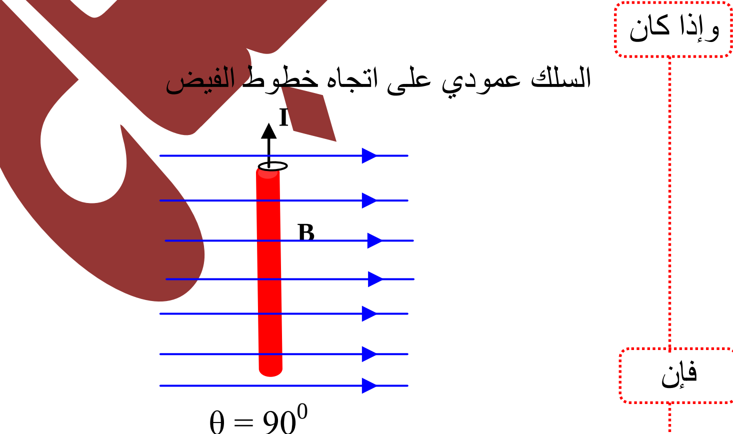
$$\therefore F = B I \ell$$

، وإذا كان السلك يصنع زاوية θ مع الفيض تصبح العلاقة :

$$F = B I \ell \sin\theta$$

وإذا كان

السلك موازى لاتجاه خطوط الفيض — السلك عمودي على اتجاه خطوط الفيض



فإن

$\theta = 0$:

$$F = B I \ell \sin 0 = 0$$

أى تنعدم القوة المؤثرة على السلك .

$\theta = 90^0$:

$$F = B I \ell \sin 90 = B I \ell$$

أى تصبح القوة المؤثرة على السلك قيمة عظمى .

* إذا كان السلك عمودي على خطوط المجال ، فإن كثافة الفيض تتعين من العلاقة :

$$B = \frac{F}{I\ell}$$

وبالتالي يمكن تعريف كثافة الفيض المغناطيسى ووحدة قياسها (التسلا) كالتالى :

كثافة الفيض المغناطيسى (B)

تقدر بمقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك طوله 1 m يمر به تيار كهربى شدته 1 A موضوع عموديًا على الفيض المغناطيسى عند تلك النقطة .

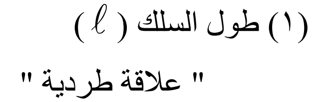
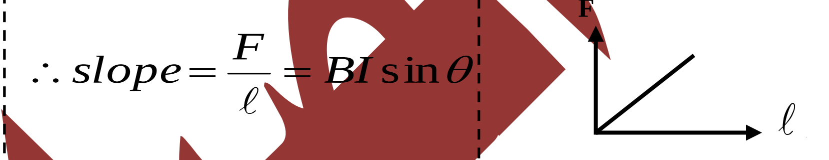
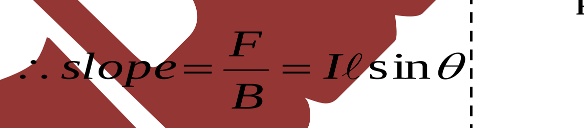
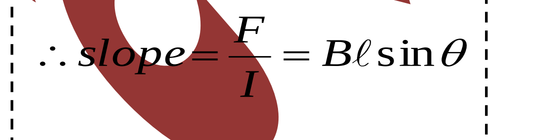
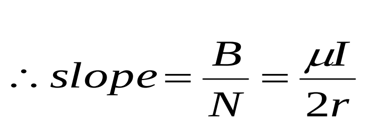
التسلا

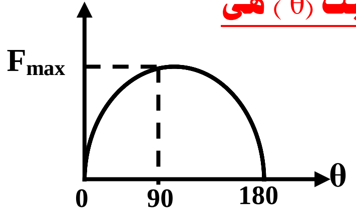
" هي كثافة الفيض المغناطيسي الذي يولد قوة مقدارها 1 N على سلك طوله 1 m يمر به تيار كهربي شدته 1 A عندما يكون السلك عموديًا على خطوط الفيض المغناطيسي ."

∴ اى أن التسلا = نيوتن / أمبير . متر = وبر / متر² .

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	**كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة = 0.03N/m.A**	أى انه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم طوله 1m ويحمل تيارا شدته 1A و موضوع عموديًا علي خطوط الفيض المغناطيسي عند هذه النقطة = 0.03 نيوتن.
٢	**كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة = 0.03 web/m²**	أى أن عدد خطوط الفيض المغناطيسى المارة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة تساوى 0.03wb .

العوامل التى تتوقف عليها القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع في مجال مغناطيسي

العلاقة بين	الشكل البياني	الميل
(١) طول السلك (ℓ) " علاقة طردية " 		$\therefore slope = \frac{F}{\ell} = BI\sin\theta$
(٢) كثافة الفيض المغناطيسى (B) " علاقة طردية "	F – B	 $\therefore slope = \frac{F}{B} = I\ell\sin\theta$
(٣) شدة التيار I " علاقة طردية "	F – I	 $\therefore slope = \frac{F}{I} = B\ell\sin\theta$
(٤) جيب الزاوية المحصورة بين السلك واتجاه الفيض (sin θ) " علاقة طردية "	F – Sin θ (F_{max} عند 1)	 $\therefore slope = \frac{B}{N} = \frac{\mu I}{2r}$



العلاقة بين القوة المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى وبين الزاوية (θ) حيث (θ) هى

الزاوية التى يصنعها السلك مع الفيض (اتجاه المجال)



◄ إذا مر تيار كهربى فى كل من ملف حلزونى وسلك مستقيم منطبق على محور الملف فان السلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية

◄ عدم تحرك سلك مستقيم حر الحركة يمر به تيار كهربي بالرغم من وضعه في مجال مغناطيسي منتظم

ج: لان السلك يكون موضوع موازيًا للفيض المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار فى الملف الحلزوني فتكون θ = صفر ويصبح sin θ = 0 . والقوة تتعين من العلاقة $F = B I \ell \, Sin\, \theta$ فبالتالي F = صفر



قاعدة اليد اليسرى لفلمنج

◈ ☜ الاستخدام: -:

تحديد اتجاه القوى المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى وموضوع عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسى .

◈ ☜ نص القاعدة (طريقة الاستخدام) -:

اجعل الإبهام والسبابة فى اليد اليسرى متعامدين على بعضهما وعلى باقي الأصابع فإذا كانت السبابة تشير لاتجاه الفيض وباقي الأصابع تشير لاتجاه التيار فإن الإبهام يشير لاتجاه القوة المغناطيسية وبالتالي الى اتجاه حركة السلك .

أمثلة محلولة

١- سلك مستقيم طوله 30 cm يمر به تيار كهربي شدته 10 A موضوع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.06 T احسب القوة المؤثرة علي السلك في الحالات الآتية:- (أ)إذا كان السلك عموديًا علي اتجاه المجال.
(ب) إذا كان السلك يصنع زاوية 30° مع اتجاه المجال .
(ج) إذا كان السلك موازيًا لاتجاه المجال.



(أ) $F = B I \ell \, Sin\, \theta = 0.06 \times 10 \times 0.3 \times \sin 90 = 0.18N$

(ب) $F = 0.06 \times 10 \times 0.3 \times \sin 30 = 0.09\ N$

(ج) $\theta = 0 \qquad F = 0$

****

٢- في الشكل المقابل : إذا كانت شدة التيار المار في السلك 5A وكثافة الفيض 0.15T أوجد القوة المؤثرة على الأجزاء AB ، BC ، CD ، DE من السلك



* الجزئيين AB ، DE

∵ السلك يوازي المجال ∴ القوة F = صفر

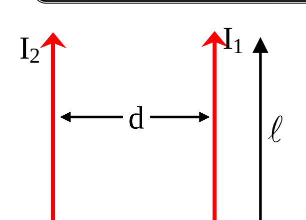
* الجزء BC ∵ السلك عمودي على المجال

$\because F = B I \ell \, Sin\, \theta = 0.15 \times 5 \times 16 \times 10^{-2} \times \sin 90 = 0.12N$

* الجزء CD ∵ السلك يميل على المجال بزاوية 60°

$\because F = L I B \sin\theta = 0.15 \times 5 \times 20 \times 10^{-2} \times \sin 60 = 0.13N$

****



القوة بين سلكين مستقيمين متوازيين ويحملان تيارين

عندما يمر تيار شدته (I_1) في سلك طوله (ℓ) وتيار شدته (I_2) في سلك آخر مواز له وعلى مسافة (d) منه وله نفس الطول فإن المجال المغناطيسى حول كل سلك يؤثر على السلك الآخر بقوة كما بالشكل :

القوة المؤثرة على السلك الأول (F_1)

تنشأ نتيجة تأثره بالمجال المغناطيسى للسلك الثانى

$$F_1 = B_2 I_1 \ell = \frac{\mu I_2}{2\pi d} I_1 \ell$$

القوة المؤثرة على السلك الثانى (F_2)

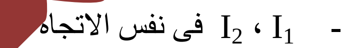
تنشأ نتيجة تأثره بالمجال المغناطيسى للسلك الأول

$$F_2 = B_1 I_2 \ell = \frac{\mu I_1}{2\pi d} I_2 \ell$$

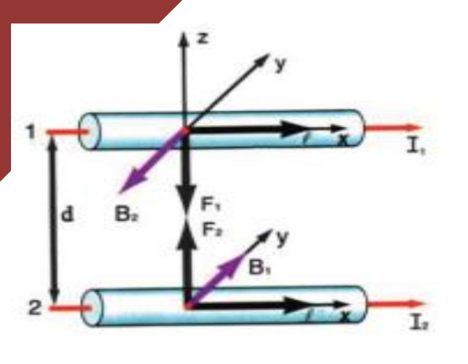
$$\therefore F_1 = F_2 = F = \frac{\mu I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$$

(حيث : F القوة المتبادلة بين السلكين)

وإذا كان

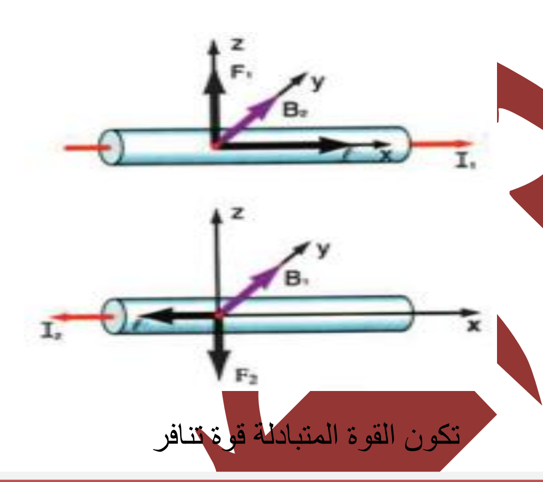


- I_1 ، I_2 فى نفس الاتجاه



تكون القوة المتبادلة قوة تجاذب

- I_1 ، I_2 فى اتجاهين متضادين



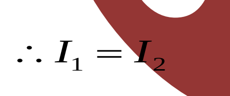
تكون القوة المتبادلة قوة تنافر

أمثلة محلولة

١ ـ سلكان مستقيمان ومتوازيان المسافة بينهما فى الهواء 2 m يمر فى كل منهما تيار كهربى وفى نفس الاتجاه فإذا انعدمت كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة فى منتصف المسافة بينهما وكانت القوة المؤثرة على متر واحد من أى من السلكين 4×10^{-5} N ، احسب شدة التيار المار فى كل من السلكين .



∵ كثافة الفيض عن نقطة فى منتصف المسافة بين السلكين = صفر



$$\therefore I_1 = I_2$$

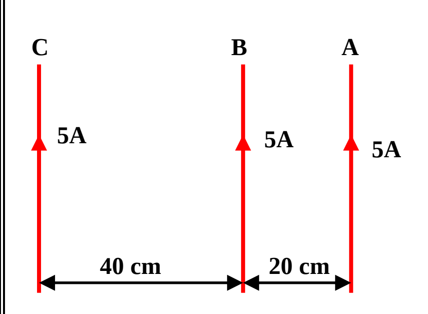
$$F = \frac{\mu I^2 \ell}{2\pi d}$$

$$4 \times 10^{-5} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times I^2}{2\pi \times 2}$$

$$I_1 = I_2 = 20A$$

****

٢- الشكل المقابل يوضح ثلاثة أسلاك متوازية أوجد القوة المؤثرة على المتر الواحد من السلك B عندما يكون التياران فى السلكين A , C
(أ) فى اتجاه واحد . (ب) فى اتجاهين متضادين .
(علمًا بأن : $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m)



الحل

$$B_{AB} = \frac{\mu I_A}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 20 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-6} T$$

$$B_{CB} = \frac{\mu I_C}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 40 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-6} T$$

(أ) فى حالة التياران فى اتجاه واحد فان

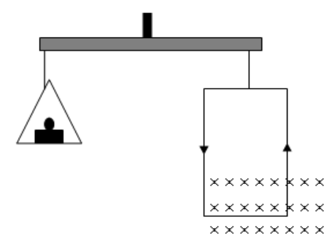
$B_t = B_{AB} - B_{CB}$
$B_t = 2.5\times10^{-6}$ T
$F = B I \ell = 2.5\times10^{-6} \times 5 \times 1 = 12.5\times10^{-6}$ T

(ب) فى حالة التياران فى اتجاهين متضادين فان محصلة كثافة الفيض هى

$B_t = B_{AB} + B_{CB}$
$B_t = 7.5\times10^{-6}$ T
$F = B I \ell = 7.5\times10^{-6} \times 5 \times 1 = 37.5\times10^{-6}$ T

****

٣- ملف على شكل مستطيل من سلك نحاس يحتوى على عدد من اللفات مقداره (9) ويمر به تيار كهربى شدته 0.1 أمبير ، وكان طول وعرض اللفة هو 10,70 cm على الترتيب . علق فى إحدى كفتى ميزان بحيث كان الطول رأسياً وكان الجزء الأسفل من الملف موضوع فى مجال مغناطيسى عمودى على مستوى الملف وبعد إتزان الميزان عكس اتجاه التيار فى الملف فوجد أنه يلزم إضافة كتلة مقدارها 8.78 جرام فى الكفة الأخرى ليحدث الاتزان . أوجد كثافة الفيض المغناطيسى علماً بأن عجلة الجاذبية الارضية $9.8 m/s^2$





الحل

(أ) يؤثر المجال المغناطيسى على الضلع السفلى فقط للملف بقوة F واتجاهها لأعلى وحيث ان الملف له عدد لفات n فيصبح القانون الخاص بالقوة المغناطيسية المتولدة عن مرور التيار الكهربى هى $F = n B I \ell$.

$F = 9 \times B \times 0.1 \times 0.1 = 0.09B$ .... (1)

(ب) عند عكس اتجاه التيار فى الملف فان القوة (F) تعكس اتجاهها الى أسفل ويصبح مقدار التغير فى القوة المؤثرة على الملف هو $F - (-F) = 2F$ وهذه القوة (2F) تعادل الاوزان التى أضيفت فى الكفة الأخرى .

$\Delta m . g = 2F$ ....(2)

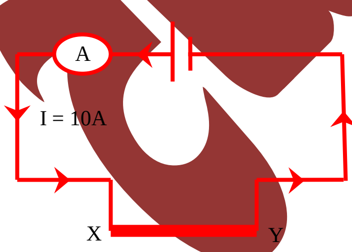
وبالتعويض فى (٢) من (١) :

$8.78 \times 10^{-3} \times 9.8 = 2 \times 0.09 \times B$

$B = 0.478$ web/m^2

****

٤- سلك من الالومنيوم XY مساحه مقطعه $0.1 cm^2$ معلق أفقيًا بينما يلامس طرفيه نهاية دائرة كهربية كما هو مبين بالرسم الذى أمامك. احسب كثافة الفيض المغناطيسى التى تعمل على أن يظل السلك معلقًا بدون استخدام مؤثر خارجى مع بيان اتجاه كثافة الفيض
(علمًا بأن $\rho_{AL} = 2700 kg/m^3$, $g = 10 m/s$)





الحل

لبيان اتجاه كثافة الفيض

بما أن السلك غير مربوط بالدائرة فيجب وضع قوة لأعلى تعادل وزنه حتى لا يسقط فتكون هى اتجاه القوة المغناطيسية ، وباستخدام قاعدة فلمنج لليد اليسرى فعندما يشير التيار يمينا والقوة لأعلى فان اتجاه المجال سوف يكون عموديا للداخل .

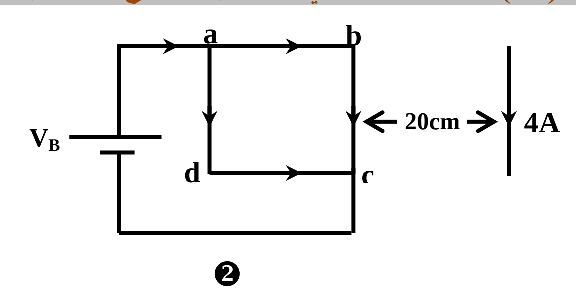
لحساب كثافة الفيض من وضع الاتزان للقوة المغناطيسية مع قوة وزن الجسم يكون

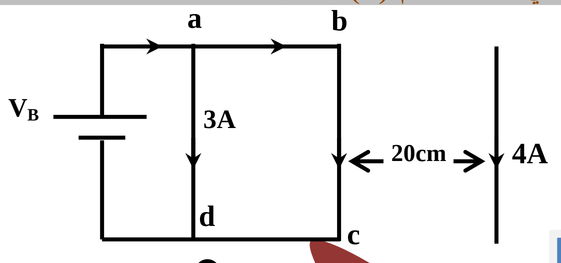
$F_g = F_B$
$m \times g = B I \ell$

$$\rho_{AL} \times V_{OL} \times g = BI\ell \Leftrightarrow \rho_{AL} \times A \times \ell \times g = BI\ell \Leftrightarrow \rho_{AL} \times A \times g = BI$$

$$2700 \times 0.1 \times 10^{-4} \times 10 = B \times 10 \Leftrightarrow B = 0.027T$$

٥- مربع abcd طولـه ضلعه 30cm موضوع أمام سلك يمر بـه تيـار شدته 4A : ❶ احسب القوة التي يتـأثر بها المربع واتجاهها في الدائرة رقم (١) ❷ إذا تغير طرفا التوصيل كما في الدائرة (٢) احسب القوة التي يتأثر بها المربع واتجاهها





الحل

في الدائرة ❶

∵ السلكين ab , dc موازيين لاتجاه الفيض .   ∴ القوة المؤثرة عليهما = صفر

$\because I_{ad} = 3A \qquad \therefore I_{bc} = 1\ A$

$$\therefore F = \frac{\mu I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$$

$$F_{bc} = 2\times10^{-7}\frac{1\times4\times0.3}{0.2} = 1.2\times10^{-6}\ N$$

$$F_{ad} = 2\times10^{-7}\frac{3\times4\times0.3}{0.5} = 1.44\times10^{-6}\ N$$

$$F_t = F_{bc} + F_{ad} \Leftrightarrow F_t = 2.64\times10^{-6}\ N$$

وهى قوة تجاذب نحو السلك .

قبل الانتقال الى الدائرة رقم (٢) لعدم وجود أى بيانات عليها لذا سوف نحصل على تلك البيانات من الدائرة رقم (١)

$I_{t1} = I_{ad} + I_{ab} = 3 + 1 = 4A \qquad , \qquad R_t)_1 = \frac{R\times3R}{R+3R} = \frac{3R^2}{4R} = \frac{3}{4}R$

$V_B)_1 = R_t)_1\times I_1 = \frac{3}{4}R\times4 = 3R\ \text{volt}$ ....(1)

بالنسبة للدائرة رقم (٢)

$$R_t)_2 = \frac{2R\times2R}{2R+2R} = \frac{4R^2}{4R} = R$$

$V_B)_2 = R_t)_2\times I_{t2} = R\ I_{t2}$.........(2)

من المعادلتين 1,2

$\because V_B)_1 = V_B)_2$

$\therefore 3R = RI_2 \qquad , \qquad I_{t2} = 3A$

في الدائرة ❷

∵ السلكين ab , dc موازيين لاتجاه الفيض .   ∴ القوة المؤثرة عليهما = صفر

$\because I_{ad} = 1.5\ A \qquad \therefore I_{bc} = 1.5\ A$

$$\therefore F = \frac{\mu I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$$

$$F_{bc} = 2\times10^{-7}\frac{1.5\times4\times0.3}{0.2} = 1.8\times10^{-6}\ N$$

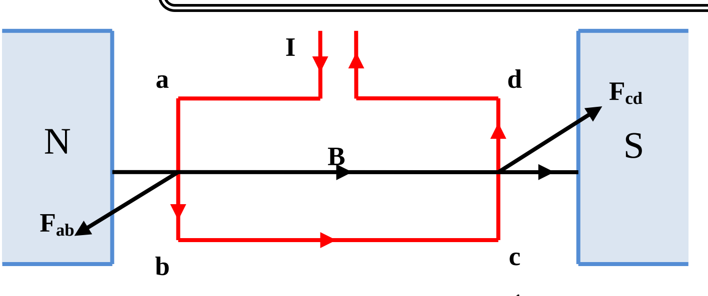
$$F_{ad} = 2\times10^{-7}\frac{1.5\times4\times0.3}{0.5} = 0.72\times10^{-6}\ N$$

$$F_t = F_{bc} + F_{ad}$$

$$F_t = 2.52\times10^{-6}\ N$$

وهى قوة تجاذب نحو السلك .

استنتاج عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي



- إذا وضع ملف abcd يمر به تيار كهربي في مجال مغناطيسي منتظم بحيث يكون مستوى الملف موازى لخطوط الفيض المغناطيسي ، فإن : .
  - الضلعان ad ، bc يكونا موازيين لخطوط الفيض المغناطيسي فتكون القوة المؤثرة على كل منهما تساوى صفر .
  - الضلعان ab , cd يكونان عموديان على خطوط الفيض المغناطيسى فيتأثرا بقوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه قيمة كل منهما : $F = BI\ell_{cd}$.
- نتيجة لهاتين القوتين ينشأ عزم ازدواج يعمل على دوران الملف حول محوره ، وتتعين قيمته من العلاقة :

عزم الإزدواج = إحدي القوتين × البعد العمودي بين القوتين $\tau = BI\ell_{cd} . \times \ell_{bc}$

حيث : البعد العمودى بينهما = طول أحد الضلعين ℓ_{bc} أو ℓ_{ad}

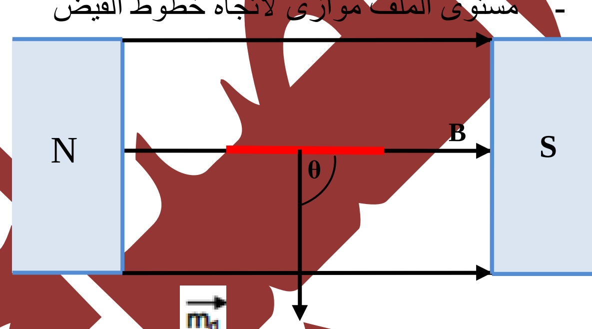
$\because A = \ell_{cd} \times . \ell_{bc}$ ، $\therefore \tau = BIA$

، وإذا كان الملف يحتوى على N لفة يصبح عزم الازدواج الكلى فإن : $\therefore \tau = NBIA$

، وعندما يصنع العمودى على مستوى الملف زاوية θ

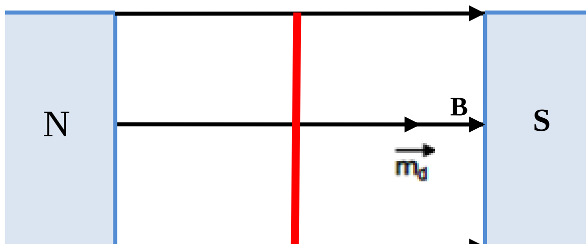


مع خطوط الفيض فإن : $\therefore \tau = NBIA \sin\theta$



- وحدة قياس عزم الازدواج نيوتن . متر (N.m)

وإذا كان



- مستوى الملف عمودى على اتجاه خطوط الفيض	- مستوى الملف موازى لاتجاه خطوط الفيض
فإن العمودى على الملف مواز للمجال	العمودى على الملف عمودى على المجال
$\tau = BIAN \sin 0 = 0$	$\tau = BIAN \sin 90 = BIAN$
أى أن عزم الازدواج ينعدم	عزم الازدواج قيمة عظمى

حيث : $|\overrightarrow{m_d}| = IAN$ وهو عزم ثنائى القطب المغناطيسى للملف وهو كمية متجهة واتجاهها عمودى على المساحة A (مستوى الملف) واتجاهه الى داخل الملف إذا كان التيار فى اتجاه دوران عقارب الساعة (أو اتجاهه فى اتجاه تقدم البريمة اليمنى إذا كان التيار فى اتجاه الربط)

$\therefore |\overrightarrow{m_d}| = \frac{\tau}{B}$ $\therefore \tau = B|\overrightarrow{m_d}|$

عزم ثنائي القطب المغناطيسي

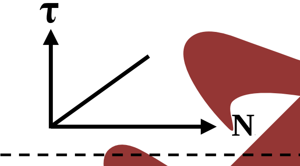
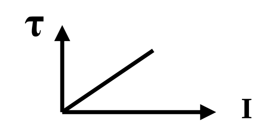
يُقدر بعزم الازدواج المغناطيسي المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى مستواه موازيًا لفيض مغناطيسي كثافته 1 T

◇☜ **وحدة قياسه** (نيوتن . متر/ تسلا – N.m/T) وتكافئ (أمبير. متر^2 – A . m^2) .

📖 **ما معنى أن عزم ثنائي القطب المغناطيسي = 0.7 نيوتن .متر/تسلا**

جـ: معنى ذلك أن عزم الإزدواج المغناطيسي المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى ومستوى الملف موازيًا لفيض كثافته ١ تسلا = 0.7 نيوتن. متر

العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج المغناطيسي

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
(١) عدد لفات الملف (N) " علاقة طردية "		$\because \tau = BIAN \sin\theta$ $\therefore slope = \frac{\tau}{N} = BIA \sin\theta$
(٢) كثافة الفيض المغناطيسي (B) " علاقة طر دية "	τ – B	$\because \tau = BIAN \sin\theta$ $\therefore slope = \frac{\tau}{B} = IAN \sin\theta$
(٣) مساحة وجه الملف (A) " علاقة طردية "	τ – A	$\because \tau = BIAN \sin\theta$ $\therefore slope = \frac{\tau}{A} = BIN \sin\theta$
(٤) جيب الزاوية المحصورة بين العمودى على مستوى الملف وخطوط الفيض (sin θ) " علاقة طردية "	τ, τ_{max} – Sin θ, 1	$\because \tau = BIAN \sin\theta$ $\therefore slope = \frac{\tau}{\sin\theta} = BIAN$
(٥) شدة التيار (I) " علاقة طردية "		$\because \tau = BIAN \sin\theta$ $\therefore slope = \frac{\tau}{I} = BAN \sin\theta$

ملاحظات هامة لحل المسائل

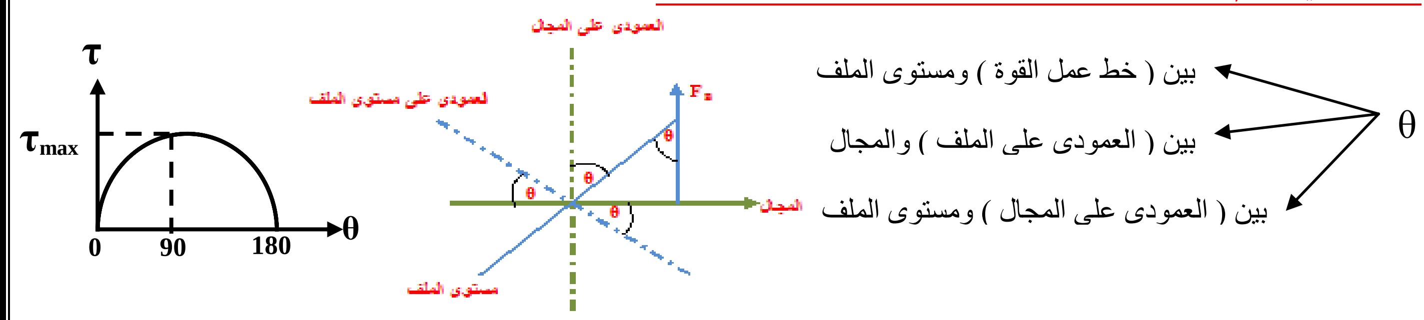
١- لو لدينا سلك مستقيم والمراد تشكيله للحصول على اكبر عزم ممكن فانه يتم تشكيله على هيئة ملف دائرى من لفة واحدة حيث بذلك نستخدم اقل مساحة واقل عدد لفات

٢- لو لدينا ملف دائرى مكون من لفة واحدة وتم تشكيله ليصبح لفتان فبذلك يزداد عدد اللفات للضعف وتقل المساحة الى الربع فيقل العزم للنصف .

٣- لو لدينا سلك مستقيم طوله 100m والمراد تشكيله على هيئة ملف طوله 30cm وعرضه 20cm فتكون عدد لفات هذا الملف = 100 لفة .

٤- لو اردانا الحصول على اقل تيار يلزم للحصول على عزم معين فانه يجب جعل sinθ اكبر ما يمكن و نستخدم العلاقة $\therefore \tau = NBIA$

العلاقة بين عزم الازدواج المغناطيسى و الزاوية (θ) حيث (θ) هى



م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**يتناقص عزم الازدواج المؤثر علي ملف مستطيل يمر به تيار كهربى معلق بين قطبي مغناطيس أثناء دورانه ابتداءً من الوضع الذي يكون فيه مستواه موازيًا للمجال المغناطيسى حتى يصبح مستواه عموديًا على المجال .**	لأنه بدوران الملف من الوضع الموازى لخطوط الفيض تقل الزاوية بين العمودى على مستوى الملف وخطوط الفيض (θ) فيقل عزم الازدواج تبعًا للعلاقة $\tau = BIAN \sin\theta$
٢	**(ث.م ٢٠٠٩) لا يتحرك ملف مستطيل (قابل للحركة) يمر به تيار كهربي مستمر وموضوع في مجال مغناطيسي**	لأنه عندما يكون مستوى الملف عموديًا على الفيض تصبح القوتين المؤثرتين على كل ضلعين متقابلين للملف متساويتان مقدارًا ومتضادتان إتجاهًا وخط عملهما على استقامة واحدة فتنعدم محصلتهما ولا يتولد عزم إزدواج .
٣	**لا يتولد عزم إزدواج على ملف مستطيل يمر به تيار موضوع في فيض مغناطيسي**	

أمثلة محلولة

١- ملف مستطيل أبعاده (5cm×6cm) وعدد لفاته 100 لفة ويمر به تيار شدته 3A وضع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه = 0.4T احسب عزم الازدواج المؤثر على الملف في الحالات الآتية: ❶ إذا كان مستوى الملف عموديًا على اتجاه المجال ❷ إذا كان مستوى الملف موازيًا لاتجاه المجال ❸ إذا كان مستوى الملف يميل بزاوية قدرها 60° على خطوط الفيض

الحل

١- إذا كان مستوى الملف عموديًا على اتجاه المجال: ∴ الزاوية بين العمودي على الملف والمجال = صفر

$\therefore \tau = NBIA\sin\theta = 0$

٢- إذا كان مستوى الملف موازيًا لخطوط الفيض : ∴ الزاوية بين العمودي على الملف والمجال = 90°

$\therefore \tau = NBIA\sin\theta = 100\times0.4\times3\times5\times6\times10^{-4}\times\sin 90 = 0.36 N.m$

١- إذا كانت الزاوية بين مستوى الملف وخطوط الفيض = 60° : ∴ الزاوية بين العمودي على الملف وخطوط الفيض = 30°

$\therefore \tau = NBIA\sin\theta = 100\times0.4\times3\times5\times6\times10^{-4}\times\sin 30 = 0.18 N.m$

****

٢- بطارية قوتها الدافعة 14V ومقاومتها الداخلية مهملة وصلت مع ملف دائري عدد لفاته 50 لفة ونصف قطره 10cm فإذا كانت المقاومة النوعية لمادة سلك الملف $7\times10^{-7}\Omega.m$ ونصف قطر السلك 1mm احسب عزم الإزدواج الذي يؤثر على الملف عند وضعه في مجال مغناطيسي موازيًا له وكثافة فيضه 0.5T

الحل

$\because \ell = 2\pi r_{سلك} N = 10\pi\ m$

$\because R = \rho_e\frac{\ell}{A} = \rho_e\frac{\ell}{\pi r^2_{ملف}} \Rightarrow \therefore R = 7\times10^{-7}\frac{10\pi}{\pi\times(10^{-2})^2} = 0.07\Omega$

$I = \frac{V}{R} = \frac{14}{0.07} = 200A$

$\therefore \tau = BIAN\sin\theta = 0.5\times200\times\frac{22}{7}\times(10^{-2})^2\times50\times\sin 90 = 0.5\pi = 1.57 N.m$

الفصل الثانى
الدرس الثانى

التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي

س ١ : أكتب المصطلح العلمي الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) كثافة الفيض المغناطيسى الذى يولد قوة مقدارها 1 N على سلك طوله 1 m يمر به تيار كهربى شدته 1 A عندما يكون السلك عموديًا على خطوط الفيض المغناطيسى .

(٢) يقدر بعزم الازدواج المغناطيسى المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى مستواه موازيًا لفيض مغناطيسى كثافته 1 تسلا .

****

س ٢ : اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

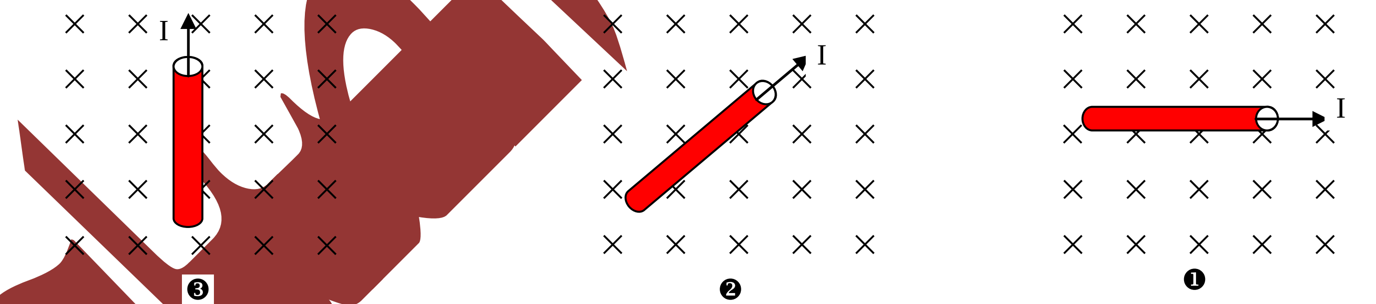
(١) اتجاه القوة المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربى موضوع به تيار كهربى موضوع عمودى على اتجاه الفيض المغناطيسى يكون .... (فى نفس اتجاه التيار – ضد اتجاه التيار – عمودى على اتجاه التيار وموازى للفيض – عمودى على اتجاهى الفيض المغناطيسى والتيار)

(٢) تنعدم القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك يمر به تيار موضوع فى مجال مغناطيسى عندما يكون السلك .... (عمودى على المجال – موازيًا للمجال – يصنع زاوية 60^o مع المجال – يصنع زاوية 30^o مع المجال)

(٣) تستخدم قاعدة .... لتعيين اتجاه القوة التى يؤثر بها مجال مغناطيسى على سلك يمر به تيار كهربى موضوع عموديًا على خطوط الفيض . (اليد اليسرى لفلمنج – اليد اليمنى لفلمنج – اليد اليسرى لأمبير – اليد اليمنى لأمبير)

(٤) **فى الشكل المقابل :**
سلك يمر به تيار (I) اتجاهه الى خارج الصفحة موضوع فى مجال مغناطيسى كثافته B واتجاهه الى داخل الصفحة فإذا كان طول السلك ℓ فإن القوة المؤثرة عليه تساوى ....
($0 - \sqrt{2}BI\ell - \frac{1}{2}BI\ell - BI\ell$)

(٥) **فى الاشكال التالية** ، السلك الذى يتعرض لأكبر قوة مغناطيسية هو ....



(السلك ❶ – السلك ❷ – السلك ❸ – جميعهم يتأثرون بنفس القوة)

(٦) عزم الازدواج (τ) المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى وموضوع فى مجال مغناطيسى منتظم يصبح نهاية عظمى عندما يكون مستوى الملف .... اتجاه المجال المغناطيسى . (عمودى على – موازيًا لـ – مائلًا بزاوية 30^o على)

(٧) إذا كان مستوى الملف عمودى على خطوط الفيض فإن عزم الازدواج المؤثر يساوى .... (قيمة عظمى – صفر – قيمة سالبة – الضعف)

(٨) **فى الشكل المقابل**
سلك يمر به تيار كهربى شدته (I) عمودى على فيض مغناطيسى كثافته (B)
١- اتجاه القوة المؤثرة على السلك يكون .... (لأعلى – لأسفل – خارج الصفحة – داخل الصفحة)
٢- إذا كان طول السلك 2 m وشدة التيار 50 A وكثافة الفيض المغناطيسى 0.4 T تكون القوة المؤثرة عليه هى .... (10 N – 19 N – 28 N – 40 N)

سلك B I

(٩) عزم الازدواج يساوى ....

($\frac{\text{إحدى القوتين}}{\text{البعد العمودى بينهما}}$) – (إحدى القوتين × البعد العمودى بينهما) – (إحدى القوتين + البعد العمودى بينهما) – (إحدى القوتين – البعد العمودى بينهما)

(١٠) **فى الشكل المقابل :**

I_2 I_1 ❷ ❶

سلكان ❶ ، ❷ يمر فيهما تياران I_1 , I_2 بحيث يكون $I_1 > I_2$ فينتج عن التيارين كثافتى فيض B_1 , B_2 على الترتيب

١- كثافة الفيض بين السلكين تساوى ....

($B_1 + B_2$, $B_1 - B_2$, $B_2 - B_1$, $\frac{B_1 + B_2}{2}$)

٢- تقع نقطة التعادل للسلكين ....

(خارج السلكين بالقرب من ❷ – بين السلكين بالقرب من ❶ – بين السلكين بالقرب من ❷ – فى منتصف المسافة بينهما)

٣- اتجاه القوة المؤثرة على السلك ❷ يكون ....

(داخل الصفحة – خارج الصفحة – جهة يسار الصفحة – جهة يمين الصفحة)

٤- القوة بين السلكين ❶ ، ❷ قوة .... (تجاذب – تنافر – لا توجد إجابة صحيحة)

٥- إذا كان السلك ❶ يحمل تيار 4 A ، والسلك ❷ يحمل تيار 2 A ولهما نفس الطول ، فإن النسبة بين القوة المؤثرة على السلك ❷ الى القوة المؤثرة على السلك ❶ .... الواحد . (أكبر من – أقل من – تساوى)

(١١) ملف مساحة مقطعه $0.001\ m^2$ يمر به تيار شدته 10 A وموضوع فى مجال مغناطيسى كثافته 2 T بحيث يميل على المجال بزاوية 60^o فيكون عزم الازدواج المؤثر عليه 1 N.m

١- عدد اللفات يساوى .... لفة (200 – 100 – 50 – 15)

٢- القيمة العظمى لعزم الازدواج هى .... N.m (0.5 – 1 – 1.5 – 2)

٣- عزم ثنائي القطب المغناطيسى فى الملف يساوى .... $A.m^2$ (0.5 – 1 – 1.5 – 2)

****

س٣ : علل لما يأتى :

(١) يتحرك سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع عموديًا على فيض مغناطيسى .

(٢) عدم تحرك سلك مستقيم حر الحركة يمر به تيار كهربى بالرغم من وضعه فى مجال مغناطيسى منتظم .

(٣) إذا مر تيار كهربى فى كل من ملف حلزونى وسلك مستقيم منطبق على محور الملف فإن السلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية .

(٤) قد لا يتحرك ملف مستطيل (قابل للحركة) يمر به تيار كهربى مستمر وموضوع فى مجال مغناطيسى .

• قد لا يتولد عزم ازدواج على ملف مستطيل يمر به تيار وموضوع فى فيض مغناطيسى .

(٥) يتناقص عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربى معلق بين قطبى مغناطيس أثناء دورانه ابتداءً من الوضع الذى يكون فيه مستواه موازيًا للمجال المغناطيسى حتى يصبح مستواه عموديًا على المجال .

****

س٤ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) التسلا . (٢) قاعدة اليد اليسرى لفلمنج

(٣) عزم ثنائي القطب المغناطيسى .

****

س٥ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى مع كتابة العلاقة الرياضية :

(١) القوة المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربى وموضوع فى مجال مغناطيسى .

(٢) القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى وموضوع عموديًا على مجال مغناطيسى منتظم .

(٣) عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى وموضوع فى مجال مغناطيسى .

(٤) عزم ثنائى القطب المغناطيسى لملف .

****

س٦ : ماذا يحدث فى كل مما يأتى مع التفسير :

(١) وضع سلك يحمل تيارًا كهربيًا عموديًا على مجال مغناطيسى منتظم .

(٢) وضع سلك يحمل تيارًا كهربيًا موازيًا لمجال مغناطيسى منتظم .

(٣) تعامد مستوى ملف يمر به تيار كهربى مع خطوط الفيض المغناطيسى بالنسبة لعزم الازدواج المؤثر على الملف .

***

س٧ : أسئلة متنوعة :

(١) متى تكون القيم الآتية مساوية للصفر :

(أ) القوة المؤثرة على موصل يحمل تيارًا وموضوع فى مجال مغناطيسى منتظم .

(ب) عزم الازدواج المؤثر على ملف يحمل تيارًا كهربيًا وموضوع فى مجال مغناطيسى منتظم .

***

(٢) اذكر الكميات الفيزيائية التى تقاس بكل من الوحدات الآتية واستخرج الوحدات المكافئة :

(أ) N/A^2

(ب) $N/A.m$

(جـ) $N.m/A$

(د) $Tesla.\ m/A$

(هـ) Wb/m^2

(و) $Wb.A^{-1}.m^{-1}$

(ز) $N.m$

(ح) $N.m.T^{-1}$

(ط) $A.m^2$

***

(٣) اذكر القاعدة المستخدمة فى تحديد اتجاه : القوة المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربى وموضوع فى فيض مغناطيسى .

***

(٤) ماذا نعنى بقولنا أن : عزم ثنائى القطب المغناطيسى لملف $= 0.7\ N.m.T^{-1}$

***

(٥) أذكر استخدامًا واحدًا : قاعدة فلمنج لليد اليسرى .

***

(٦) أثبت أن :

(أ) القوة المؤثرة على سلك طوله ℓ يمر به تيار كهربى شدته I وموضوع عموديًا على اتجاه مجال مغناطيسى كثافة فيضه B تتعين من العلاقة : $F = B I \ell$

(ب) $Wb = \frac{N.m}{A}$

(ت) عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل مساحة وجهه A وعدد لفاته N يمر به تيار شدته I وموضوع موازيًا لمجال مغناطيسى كثافة فيضه B يتعين من العلاقة : $\tau = BIAN$

***

(٧) سلك من الحديد طوله ℓ يمر به تيار شدته I موضوع فى مجال مغناطيسى عمودى عليه كثافته B فتتولد قوة مغناطيسية تؤثر على السلك F ، وإذا استبدل السلك بآخر مماثل له من النحاس ووصل بنفس المصدر ، **هل** تختلف قيمة القوة المغناطيسية ؟

***

(٨) فى الشكل المقابل :

إذا كانت مقاومة السلك xy هى R ، شدة التيار المار فى الدائرة I فى حالة فتح المفتاح K

(أ) ما نوع القوى الكهربية المتبادلة بين السلكين xy , ab ؟

(ب) عند غلق المفتاح K ، ماذا يحدث لقيمة تلك القوى الكهربية ؟

***

س٨ : مسائل :

اولا : القوة التى يؤثر بها مجال مغناطيسى على سلك يحمل تيار كهربى

١- احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك طوله 50 cm يمر به تيار شدته 2 A موضوع عموديًا على فيض كثافته 0.2 T **[0.2 N]**

٢- ✍ سلك معدنى مستقيم طوله (ℓ) ومساحة مقطعه $10\ mm^2$ ، والمقاومة النوعية لمادته $2.8\times10^{-8}\ \Omega.m$ متصل ببطارية قوتها الدافعة $3\ V$ ومهملة المقاومة الداخلية :

(أ) اوجد مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك عند وضعه عموديًا على مجال مغناطيسى كثافة فيضه $10^{-3}\ T$ **[1.07 N]**

(ب) ماذا يحدث لمقدار القوة المؤثرة على السلك إذا زاد قطره للضعف ؟

****

٣- سلك من النحاس يمر به تيار شدته $2A$ فى الاتجاه من الشرق الى الغرب ما مقدار واتجاه المجال المغناطيسى الذى يؤثر بقوة قدرها $0.01N$ لكل وحدة اطوال من السلك واتجاهها من أسفل الى أعلى **[0.005 T الى داخل الصفحة]**

****

٤- ✍ سلك طوله $30cm$ يمر به تيار شدته $0.4A$ وضع عموديًا على اتجاه مجال مغناطيسي فتأثر بقوة مقدارها $3\times10^{-4}\ N$ احسب كثافة الفيض المغناطيسي ثم احسب القوة التي يؤثر بها نفس المجال على السلك عندما تكون الزاوية بينهما $30°$

[1.5×10^{-4} N ، 25×10^{-4} Tesla]

****

٥- 📋 سلك طوله $10\ cm$ يمر به تيار شدته $5\ A$ وضع فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه $1Wb/m^2$ احسب القوة المؤثرة على السلك عندما يصنع زاوية مع اتجاه خطوط الفيض تساوى :

(أ) 0^o (ب) 45^o (جـ) 90^o (د) 135^o (هـ) 180^o

[0 , 0.354 N , 0.5 N , 0.354 N , 0]

****

٦- سلك طوله $30\ cm$ ويمر فيه تيار شدته $4\ A$ كيف تضع هذا السلك فى مجال مغناطيسى كثافته $5\ T$ بحيث تؤثر عليه قوة قدرها $3\ N$. **[30°]**

****

٧- سلك ab موضوع أفقيًا فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه $0.2\ T$ اتجاهه داخل الصفحة بحيث يكون عموديًا على السلك ، اوجد قيمة واتجاه التيار الذى إذا مر فى السلك يسبب تولد قوة مغناطيسية على السلك تسبب انعدام وزنه ظاهريًا .

(علمًا بأن : الكثافة الطولية للسلك هى $20\ g/m$, $g = 10\ m/s^2$) **[1 A , من b الى a]**

مصدر جهد

b × × × × × × × a

× × × × × × ×

****

٨- ✍ سلك معدني ملفوف على هيئة ملف دائري نصف قطره $7\ cm$ وعدد لفاته 4 لفة وعندما يمر فيه تيار كهربي ينشأ عند مركزه مجال مغناطيسي كثافة فيضه $3.52\times10^{-5}\ wb/m^2$ إذا شد الملف ليصبح سلكًا مستقيمًا ومر به نفس التيار ووضع في اتجاه يميل بزاوية $30°$ على اتجاه مجال مغناطيسي كثافة فيضه $1.5wb/m^2$ احسب مقدار القوة المؤثرة على السلك علما بأن النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi\times10^{-7}wb/A.m$ ، $\pi = 22/7$ **[1.294 N]**

****

٩- ✍ سلك مستقيم يمر به تيار كهربى شدته $5\ A$ احسب كثافة الفيض المغناطيسى الناتجة عن مرور التيار فى السلك عند نقطة فى الهواء بعدها العمودى عن السلك $10\ cm$ وإذا وضع عند تلك النقطة سلك آخر طوله $50\ cm$ ويمر به تيار كهربى شدته $2\ A$ احسب القوة المؤثرة على هذا السلك نتيجة تأثره بالمجال ($\frac{\mu}{2\pi} = 2\times10^{-7} Weber/A.m$) **[10^{-5} T , 10^{-5} N]**

****

١٠- 📋 سلكان مستقيمان متوازيان البعد بينهما $10\ cm$ يمر في احدهما تيار شدته $2A$ وفي الثاني $3A$ في نفس الاتجاه أوجد بعد نقطة التعادل عن السلكين . وإذا عكسنا اتجاه أحد التيارين في السلكين ووضع سلك ثالث طوله $10\ cm$ يمر به تيار شدته $5\ A$ موازي لهما عند نقطة التعادل السابقة فكم تكون القوة المؤثرة عليه **[4 cm , 10^{-5} N]**

****

١١- ✍ سلكان مستقيمان ومتوازيان المسافة بينهما فى الهواء $2\ m$ يمر فى كل منهما تيار كهربى وفى نفس الاتجاه فإذا انعدمت كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة فى منتصف المسافة بينهما وكانت القوة المؤثرة على متر واحد من أى من السلكين $4\times10^{-5}\ N$ احسب شدة التيار المار فى كل من السلكين . **[20 A]**

****

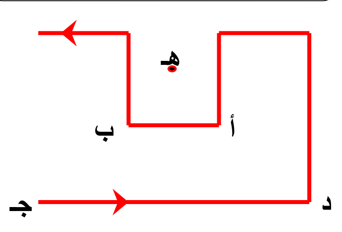
١٢- ✍ الشكل المقابل يوضح ثلاثة أسلاك متوازية س ، ص ، ع طول كل منها واحد متر ويمر فيها تيارات $5 , 8 , 10\ A$ في الاتجاه الموضح بالشكل احسب القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك ص .

ع ص س

10A 8A 5A

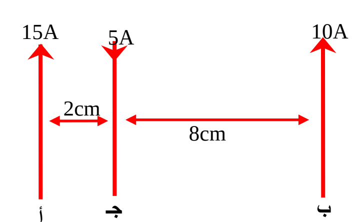
0.05m 0.05m

[16×10^{-5} N]



١٣- السلكان أب ، جـ د من الدائرة الموضحة بالشكل أفقيان وفي مستوى رأسي واحد ولكن أب حر الحركة الرأسية وطوله متر وكتلته 5 جم وعجلة الجاذبية $10 m/s^2$ احسب :
❶ القوة الكلية على أب عندما يكون على ارتفاع 2 سم فوق جـ د علما بأن شدة التيار المار 50 أمبير **[0.025N]**
❷ البعد بين السلكين عند الإتزان **[0.01m]**
❸ كثافة الفيض المغناطيسي عند هـ التي تقع في مستوى السلكين وتبعد 5 سم عن جـ د وذلك في حالة الإتزان **[5×10^{-5} T]**

****



١٤- سلكان ا . ب متوازيان ومثبتان وطويلان جدا تم تعليقهما راسيًا على بعد 10 cm من بعضهما . مر تيار شدته 15A في السلك ا وتيار شدته 10 A في السلك ب وكلا التيارين يسريان الى أعلى فإذا وضع سلك ثالث جـ طويل جدا ويحمل تيار شدته 5A الى أسفل تم تعليقه بحيث يقع على بعد 2 cm من أ . 8 cm من ب فأوجد مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة واتجاهها على كل 20 cm من السلك جـ .
[1.75×10^{-4} N نحو السلك ب]

****

١٥ - بطارية قوتها الدافعة الكهربية 6 V ومقاومتها الداخلية 1 Ω وصل قطباها بسلك مستقيم طوله 10 m ومساحة مقطعه المستعرض 7×10^{-4} m² ومقاومته النوعية 35×10^{-5} Ω.m ثم وضع سلك أخر مستقيم ب موازيا للسلك ا ويبعد عنه فى الهواء مسافة 10 cm ويمر به تيار شدته 2 A احسب القوة المغناطيسية واتجاهها التى يتأثر بها سلك ثالث مستقيم جـ طوله متر يمر به تيار شدته 5 A وموضوع موازيا للسلكين ا و ب عند منتصف المسافة بينهما علما بان التيارين فى السلكين أ و ب فى اتجاه واحد واتجاه التيار فى السلك جـ مضاد لهما ($\mu= 4\pi \times10^{-7}$ wb/A.m) **[2×10^{-5} N نحو السلك أ]**

****

١٦- سلكان مستقيمان متوازيان البعد بينهما في الهواء 10 سم يمر في الأول تيار شدته 20 أمبير وفي الثاني تيار شدته 30 أمبير وضع بينهما سلك ثالث وموازي لهما على مسافة 4 سم من الأول ويحمل تيار شدته 50 أمبير فإذا كان اتجاه التيار في السلكين الأول والثاني متضادين ، احسب القوة المؤثرة على طول قدره نصف متر من السلك الثالث علما بأن النفاذية المغناطيسية للهواء = $4\pi \times 10^{-7}$wb/A.m **[5×10^{-3}N]**

****

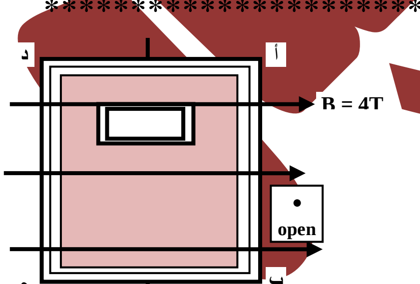
ثانيا : عزم الازدواج المؤثر على ملف

١٧- ملف عدد لفاته 500 لفة يمر به تيار شدته 10 A وضع فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.25 tesla ، فإذا كانت مساحة مقطعه 0.2 m^2 احسب عزم الازدواج المؤثر عليه عندما تكون الزاوية بين العمودى على الملف والمجال 30^o
[125 N.m]

****

١٨- أوجد أقل تيار يمكن أن يمر في ملف محرك لكي ينتج عزم مغناطيسي مقداره 20 N.m إذا علمت أن عدد لفات الملف 200 لفة ومساحته 300 cm^2 وشدة المجال المغناطيسي المؤثر مقدار ها 0.4 T **[8.33A]**

****



١٩- يريد أحد المخترعين تصميم باب أتوماتيكي الفتح كما بالشكل بحيث يدور الباب حول محور فى منتصفه عندما يمر فى الملف الذى حوله تيار شدته 1 A فإذا كانت مساحة الباب 2 m^2
(أ) حدد اتجاه التيار فى الضلع أب بحيث يفتح الباب ويكون اتجاه أب الى خارج الصفحة .
(ب) احسب عدد لفات الملف الذى يولد عزم ازدواج 400 N.m
[50 لفة]

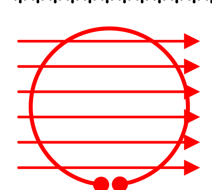
****

٢٠- ملف عدد لفاته 200 لفة يمر به تيار شدته 10 أمبير وضع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.4 تسلا فإذا كانت مساحة مقطعه 0.2 م^2 احسب
أ- عزم الازدواج المؤثر عليه عندما تكون الزاوية بين مستوى الملف والمجال 60° . **[80 N.m]**
ب- النهاية العظمى لعزم الازدواج محددًا وضع الملف بالنسبة للمجال **[160 N.m]**

****

٢١- سلك طوله 10 cm يمر به تيار شدته 10 A وضع عموديًا على فيض مغناطيسي كثافته 10 T احسب القوة المؤثرة عليه وكيف تشكل هذا السلك لتحصل على أكبر عزم إزدواج ؟ احسب قيمته وما هو وضعه بالنسبة للمجال في هذه الحالة.
[10 N , 0.0796 N.m]

****



٢٢- حلقة معدنية على شكل دائرة كاملة مقاومتها 0.1Ω لها فتحة a b ونصف قطرها 20cm . وصل الطرفان a b ببطارية قوتها الدافعة 9V . فإذا تأثرت الحلقة بمجال مغناطيسى كثافة فيضة 0.4T اتجاهه فى نفس مستوى الحلقة فأوجد عزم الازدواج المؤثر على السلك .
[4.52 N.m]

****

٢٣- ملف مستطيل طوله 12 cm وعرضه 10 cm مكون من 100 لفة وضع بحيث يكون مستواه موازيًا لمجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 2 T يمر به تيار كهربي شدته 5 A احسب : ❶ القوة التي يتأثر بها السلكان الرأسيان الطويلان **[1.2N]**
❷ القوة التي يتأثر بها السلكان الأفقيان **[0]**
❸ عزم الإزدواج المؤثر على الملف **[12N.m]**

****

٢٤- ملف دائرى عدد لفاته N ونصف قطره 10 cm إذا مر به تيار كهربى I تولد عند مركزه فيض مغناطيسى كثافته 2×10^{-4} T احسب قيمة عزم ثنائى القطب المغناطيسى له . **[1 A.m^2]**

****

٢٥- ملف دائرى مساحة وجهه 10 cm^2 يمر به تيار كهربى معين بحيث تكون كثافة الفيض عند مركزه هى $\pi\times10^{-5}$ T احسب عزم ثنائى القطب له . **[8.9 × 10^{-4} A.m^2]**

****

٢٦- الشكل المقابل يمثل علاقة بيانية بين عزم الإزدواج τ المؤثر على ملف مستطيل عدد لفاته N ومساحة مقطعه A ويدور في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه B والزاوية θ بين العمودي على مستوى الملف وخطوط الفيض المغناطيسي
❶ أوجد قيمة τ ، θ عند النقطة A **[90° , BIAN]**
❷ أوجد قيمة τ ، θ عند النقطة C **[180°, 0]**

سابعا : العلاقات البيانية

٢٧- وضع سلك مستقيم طوله 2.5 m و يمر به تيار كهربي عموديًا على فيض مغناطيسي منتظم وعند تغيير كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر على السلك وحساب القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك فكانت النتائج كما في الجدول التالي :

F (N)	1.25	2.5	6.25	8.75	12.5
B (T)	0.1	0.2	x	0.7	1

أ- ارسم العلاقة البيانية بين القوة (F)علي المحور الرأسي و كثافة الفيض المغناطيسى (B) على المحور الأفقي .
ب- من الرسم أوجد : ١- قيمة x . ٢- شدة التيار الكهربي المار فى السلك . **[0.5 T – 5 A]**

****

٢٨ - وضع سلك مستقيم طوله 6m عموديًا علي فيض مغناطيسي وعند تغير شدة التيار المار فيه ثم حساب القوة المؤثرة عليه فكانت النتائج كما في الجدول التالي :-

F (N)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
I (A)	0.5	1	1.5	X	2.5	3

أ – ارسم العلاقة البيانية بين القوة (F) علي المحور الرأسي و شدة التيار (I) علي المحور الأفقي :-
ب- من الرسم أوجد ١- قيمة X ٢- كثافة الفيض المغناطيسي . **[2A - 0.1 T]**

****

٢٩ - سلك مستقيم طوله 1 m يمر به تيار كهربي شدته 20 A موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه B فكانت العلاقة بين القوة المؤثرة علي السلك بالنيوتن (F) وجيب الزاوية بين اتجاه المجال sin θ كما بالجدول

F (N)	0.6	1.2	1.5	1.8	2.4	2.7	a
Sin θ	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	b

أ- ارسم العلاقة البيانية بين (F)علي المحور الصادي وθ sin علي المحور السيني .

ب- من الرسم أوجد : ١- قيمة b , a عندما يكون السلك عموديا علي المجال المغناطيسي .
٢- كثافة الفيض المغناطيسي . **[3 N - 1 - 0.15 T]**

****

٣٠- سلك مستقيم طوله 2 m يمر به تيار كهربي شدته 10 A موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه B ، الجدول التالي يوضح النتائج التى حصلنا عليها بين القوة المؤثرة علي السلك بالنيوتن (F) وجيب الزاوية المحصورة بين السلك و اتجاه المجال ($\sin\theta$)

F (N)	0.4	0.8	1	2	3	y
Sin θ	0.1	0.2	x	0.5	0.75	1

أ- ارسم العلاقة البيانية بين القوة (F)علي المحور الرأسي وجيب الزاوية المحصورة بين السلك و اتجاه المجال ($\sin\theta$) علي المحور الأفقي .ب- من الرسم أوجد : ١- قيمة x , y .
٢- كثافة الفيض المغناطيسي . **[0.25 N - 4 N - 0.2 T]**

****

٣١- ملف يمر به تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي فتأثر بعزم ازدواج وكانت قيم عزم الازدواج (τ) وجيب زاوية الدوران($\sin\theta$) كما في الجدول التالي :-

τ (N . m)	7.2	18	43.2	54	64.8
(sin θ)	0.1	0.25	0.6	0.75	0.9

أ- ارسم العلاقة البيانية بين (τ)علي المحور الصادي و $\sin\theta$ علي المحور السيني .
ب- من الرسم أوجد : ١- أقصي عزم ازدواج يتأثر به الملف . **[72 N m]**
٢- عزم الازدواج المؤثر علي الملف عندما يصنع مستواه زاوية 60^0 مع اتجاه خطوط الفيض . **[36 N m]**
٣- كثافة الفيض المغناطيسي B إذا كانت شدة التيار 2 A وعدد لفات الملف 200 لفة ومساحة اللفة $0.01\ m^2$ **[18 T]**

****

٣٢- ملف مستطيل يمر به تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي فتأثر بعزم ازدواج وكانت قيم عزم الازدواج (τ) وجيب الزاوية بين المجال المغناطيسي ($\sin\theta$) كما في الجدول التالي :-

τ (N . m)	20	40	120	150	180
(sin θ)	0.1	0.2	0.6	0.75	0.9

أ- ارسم العلاقة البيانية بين ($\sin\theta$) على المحور الرأسى و (τ)علي المحور الافقي .
ب- من الرسم أوجد : ١- أقصي عزم ازدواج يتأثر به الملف . **[200 N m]**
٢- عزم الازدواج المؤثر علي الملف عندما يصنع مستواه زاوية 60^0 مع اتجاه خطوط الفيض . **[100 N m]**
٣- عزم ثنائى القطب المغناطيسى للملف إذا كانت كثافة الفيض المغناطيسى هى 0.5 T **[400 A.m^2]**

****

٣٣- ملف مستطيل يمر به تيار كهربي يمكن تغيير شدته وموضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (B) فكانت العلاقة بين عزم الازدواج المغناطيسى (τ) المؤثر على الملف وشدة التيار المار به (I) حينما يكون مستوى الملف موازى للمجال كالآتى :

I (A)	0.2	0.4	x	0.8	1.2	1.5
τ (N . m)	10	20	35	40	y	75

أ- ارسم العلاقة البيانية بين (τ)علي المحور الرأسى ، و شدة التيار المار (I) على المحور الأفقى .
ب- من الرسم أوجد : ١- القيم x , y . **[0.7 A , 60 N.m]**
٢- كثافة الفيض المغناطيسى B إذا كان الملف مكون من 500 لفة ومساحة وجهه هى $0.075\ m^2$. **[$\frac{4}{3}$ T]**

****

٣٤- ✍ الجدول التالى يبين العلاقة بين كثافة الفيض (B) لمجال مغناطيسى منتظم يمكن تغيير شدته وعزم الازدواج (τ) المؤثر على ملف مستطيل يحمل تيار (I) وعدد لفاته (N) ومساحة مقطعه (A) ، وموضوع بحيث يكون مستواه الملف موازيًا للمجال:

كثافة الفيض المغناطيسى (B) تسلا	0.1	0.2	x	0.5	0.6	0.8
عزم الازدواج (τ) نيوتن. متر	20	40	80	100	y	160

أ- ارسم العلاقة البيانية بين عزم الازدواج (τ)علي المحور الرأسى ، و كثافة الفيض المغناطيسى (B) على المحور الأفقى
ب- من الرسم أوجد : ١- القيم x , y . **[0.4 T , 120 N.m]**
٢- عزم ثنائى القطب المغناطيسى للملف . **[200 A.m^2]**

الدرس الثالث

أجـهـزة القـيـاس الكـهربى

◈ درسنا فى الدرس السابق عزم الازدواج المغناطيسى المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربى عند وضعه فى مجال مغناطيسى ، وتستخدم هذه الفكرة فى عمل بعض أجهزة القياس الكهربى ، وتنقسم أجهزة القياس الكهربى الى نوعين :

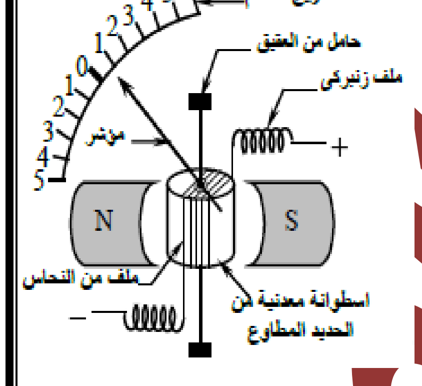
أجهزة القياس التناظرية	أجهزة القياس الرقمية
• تعتمد فكرة عملها على عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار قابل للحركة في مجال مغناطيسي . • تعتمد على وجود مؤشر يعطى القيمة المطلوبة . • مثل الجلفانومتر ذو الملف المتحرك و الأميتر والفولتميتر	• تعتمد فكرة عملها على الإلكترونيات الرقمية . • تعتمد على ظهور أعداد رقمية على الشاشة تحدد القيمة المطلوبة . • مثل أجهزة قياس التيار المستمر أو التيار المتردد .

الجلفانومتر ذو الملف المتحرك (الجلفانومتر الحساس)

الجلفانومتر ذو الملف المتحرك

جهاز يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربية مستمرة ضعيفة جدًا في دائرة ما وقياس شدتها وتحديد اتجاهها .

◈ ☜ تركيبه:



❶ ملف من سلك رفيع ملفوف حول إطار مستطيل خفيف من الألومنيوم يمكن أن يدور حول محوره .

❷ زوج من الملفات الزنبركية للتحكم فى حركة الملف وتعمل كوصلات لدخول وخروج التيار من الملف كما تعمل على إعادة الملف الى وضعه الأصلى عند انقطاع التيار .

❸ حوامل من العقيق يرتكز عليها الملف لتسهيل حركته .

❹ قلب من الحديد المطاوع على هيئة أسطوانة ثابتة يوضع داخل الإطار المستطيل لتركيز الفيض المغناطيسى داخل الملف .

❺ مغناطيس قوي على شكل حذاء الفرس توضع الأسطوانة والقلب الحديد بين قطبيه المقعرين لجعل كثافة الفيض المغناطيسى ثابتة فى الحيز الذى يتحرك فيه الملف حيث تكون خطوط الفيض المغناطيسى بين القطبين على هيئة أنصاف أقطار وبالتالي تصبح خطوط الفيض موازية لمستوى الملف فى أى وضع وعمودية على الضلعين الطوليين للملف .

◈ ☜ فكرة عمله:

تعتمد على عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي قابل للدوران في مجال مغناطيسي .

أى أن : عند مرور تيار كهربى فى الملف تتولد قوتان متوازيتان ومتساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه على الضلعين الطوليين للملف ينشأ عنهما ازدواج فيدور الملف حول محوره .

◈ ☜ شرح عمله :

❶ عند مرور تيار كهربي فى الملف من طرفه الايمن فى اتجاه الى داخل الورقة ليخرج من طرفه الايسر فى اتجاه خارج الورقة فإن القوى المغناطيسية تولد عزمًا يعمل على دوران الملف فى اتجاه حركة عقارب الساعة .

❷ عندما يتزن عزم الازدواج الناشئ عن القوى المغناطيسية مع عزم الازدواج الناشئ عن لى الملفات الزنبركية (الذى يعمل في عكس اتجاه عقارب الساعة) يستقر المؤشر أمام قراءة معينة تدل على مقدار شدة التيار .

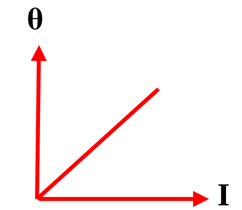
❸ إذا عكس اتجاه التيار الكهربى في الملف يتحرك الملف والمؤشر في عكس اتجاه حركة عقارب الساعة .

حساسية الجلفانومتر

◈ يتناسب انحراف مؤشر الجلفانومتر طرديًا مع عزم الازدواج الذى يتناسب طرديًا مع شدة التيار المار فى الملف ، لذلك يكون تدريج الجلفانومتر منتظم وإذا كانت زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر θ ، وشدة التيار المار فى الملف I فإن : ($\theta \propto I$) .

أى أن : $\frac{\theta}{I}$ = مقدار ثابت (يسمى هذا المقدار الثابت حساسية الجلفانومتر)

$$\text{حساسية الجلفانومتر} = \frac{\theta}{I}$$



◈ تقاس حساسية الجلفانومتر بوحدة : درجة /ميكروأمبير (deg / μA) .

◈ **يمكن تمثيلها بيانيًا كالتالى :**

$$\text{الميل} = \frac{\theta}{I} = \text{حساسية الجلفانومتر}$$

حساسية الجلفانومتر

تقدر بزاوية انحراف مؤشره عن وضع الصفر عند مرور تيار في الملف شدته الوحدة .

◈ **ما معنى أن حساسية الجلفانومتر ذي الملف المتحرك 0. 5 deg/ μA ؟**

أى أن زاوية الانحراف التي يصنعها الجلفانومتر 0.5 deg عندما يمر تيار شدته واحد ميكرو أمبير فى الملف.

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	✍ تقعر قطبي المغناطيس الدائم في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك.	حتى تكون خطوط الفيض المغناطيسي بينهما على هيئة أنصاف أقطار وبالتالى في أى وضع للملف تكون كثافة الفيض ثابتة وخطوط الفيض عمودية على الضلعين الطوليين وهذا بدوره يجعل زاوية انحراف المؤشر تتناسب طرديًا مع شدة التيار المار في الملف .
٢	✍ وجود زوج من الملفات الزنبركية في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك	❶ لتعملا كوصلات لدخول وخروج التيار من الملف . ❷ للتحكم في حركة الملف فعندما يتزن عزم الازدواج الناشئ عن مرور التيار في الملف مع عزم الازدواج الناشئ عن لى الملفات الزنبركية يستقر الملف في وضع يشير فيه المؤشر الى قيمة شدة التيار المار في ملف الجلفانومتر . ❸ حتى يعود المؤشر الى وضعه الأصلى في حالة انقطاع التيار .
٣	يرتكز ملف الجلفانومتر على حوامل من العقيق .	حتى لا يختل اتزان الملف ويدور بسهولة لتقليل الاحتكاك بين المحورين وحوامل العقيق.
٤	✍ وجود اسطوانة من الحديد المطاوع داخل ملف الجلفانومتر.	لأنها تعمل علي تركيز وتكثيف الفيض المغناطيسي داخل الملف حيث تتجمع خطوط الفيض فى القلب الحديدى فتزداد كثافة الفيض وبالتالى تزداد حساسية الجهاز .
٥	تدريج الجلفانومتر ذو الملف المتحرك منتظم وصفر تدريجه فى المنتصف .	• التدريج منتظم لأن زاوية الانحراف للمؤشر θ تتناسب طرديًا مع شدة التيار I المار فى الجلفانومتر . • وصفر تدريجه في المنتصف لتحديد اتجاه مرور التيار في الدائرة .
٦	لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك في قياس شدة التيارات الكهربية العالية .	❶ لأنه عند مرور تيارات كهربية ذات شدة عالية تولد ازدواجا كبيرا يعمل على إتلاف الحوامل التى يرتكز عليها وتسبب اختلالا فى نظام التعليق ❷ التيارات ذات الشدة العالية عندما تمر فى الملف تولد كمية كبيرة من الحرارة تسبب احتراق الملف وانقطاعه .
٧	لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك لقياس التيار المتردد.	لان الفيض الناتج عن التيار المتردد يكون مترددًا فيتغير اتجاه عزم الازدواج كل نصف دورة ويمنع القصور الذاتى للملف الاستجابة لهذا التغير .

م	ما النتائج المترتبة على :	الإجابة
١	✍ مرور تيار مستمر ذو شدة عالية (أكبر من I_g) داخل ملف الجلفانومتر .	يحدث احتراق لملف الجلفانومتر ويختل توازنه .
٢	مرور تيار متردد داخل ملف الجلفانومتر.	يتذبذب المؤشر عند صفر التدريج فى التيارات عالية التردد حيث لا يستجيب الملف للتغيرات السريعة فى اتجاه التيار بسبب قصوره الذاتى ، وإذا كان تردد التيار منخفض يتبدل عزم الازدواج على ضلعى ملف الجلفانومتر ويتحرك المؤشر يمين ويسار صفر التدريج .

تطبيقات على الجلفانومتر

يمكن تحويل الجلفانومتر الى :

❶ أميتر لقياس تيارات كهربية مستمرة عالية. ❷ فولتميتر لقياس فروق الجهد المستمرة . ❸ أوميتر لقياس المقاومات الكهربية.

اولا : أميتر التيار المستمر (الأميتر ذو الملف المتحرك)

الاميتر

جهاز يستخدم لقياس شدة التيار المستمر وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وصل مع ملفه على التوازى مقاومة صغيرة جدًا تسمى مجزئ التيار . **أو** جهاز يستخدم بعد معايرة تدريجه لقياس شدة التيار المستمر المار فى دائرته مباشرةً .

ثانيا : فولتميتر التيار المستمر

الفولتميتر

جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد عبر أى نقطتين وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وصل مع ملفه على التوالي مقاومة كبيرة تسمى مضاعف جهد .

الاستخدام

قياس تيارات كهربية مستمرة عالية الشدة .

قياس فرق الجهد المستمر بين نقطتين في دائرة كهربية .

التوصيل في الدائرة الكهربية

يوصل الاميتر فى الدوائر الكهربية على التوالى .

يوصل الفولتميتر فى الدوائر الكهربية على التوازي .

التركيب

توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر (R_g) مقاومة صغيرة جدًا تسمى مجزئ التيار(R_s) .وذلك لزيادة مدى الجلفانومتر حيث أن مجزئ التيار يجعل مقاومة الأميتر ككل صغيرة جدًا فلا تسبب ضعف التيار المراد قياسه بعد توصيل الاميتر فى الدائرة.

توصل على التوالي مع ملف الجلفانومتر (R_g) مقاومة كبيرة تسمى مضاعف الجهد(R_m) فتزداد مقاومة الجلفانومتر ككل ، وعند توصيله على التوازي فى الدائرة لا يسحب تيارًا كبيرًا من الدائرة وبالتالي لا يحدث تغيرًا ملحوظًا فى فرق الجهد المطلوب قياسه .

فكرة العمل

عزم الازدواج المؤثر فى ملف يمر به تيار كهربى قابل للدوران في مجال مغناطيسي .

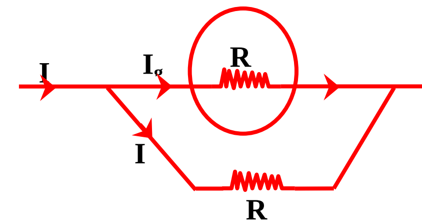
مجزئ التيار

مقاومة صغيرة توصل بالجلفانومتر على التوازى لتحويله الى أميتر يقيس شدة تيار أكبر .

مضاعف الجهد

مقاومة كبيرة توصل بالجلفانومتر على التوالي لتحويله الى فولتميتر يقيس فروق جهد أكبر .

استنتاج قانون مجزئ التيار (R_S)



$\because$ R_g , R_s متصلتان على التوازى .

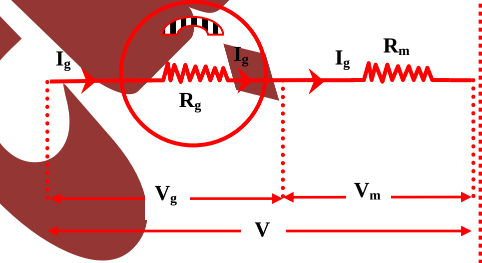
$$\therefore V_g = V_S$$

$$\therefore I_g R_g = I_s R_s \quad , \quad R_S = \frac{I_g R_g}{I_S}$$

$$\because I = I_g + I_s \quad , \quad \therefore I_s = I - I_g$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

استنتاج قانون مضاعف الجهد (R_m)



$\because$ R_g , R_s متصلتان على التوالى .

$$\therefore V = V_g + V_m = I_g R_g + I_g R_m$$

$$\therefore R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$$

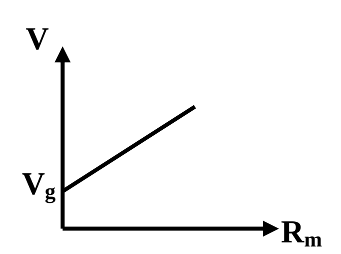
العلاقة البيانية

$$\because I_S R_S = I_g R_g \Rightarrow \therefore (I - I_g) R_S = I_g R_g$$

$$\Rightarrow \therefore I R_S - I_g R_S = I_g R_g$$

$$\therefore I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_S}$$

$$Slope = \Delta I \Delta R_S = I_g R_g$$



$$Slope = \frac{\Delta V}{\Delta R_m} = \frac{V_{max} - V_g}{R_m - 0} = \frac{V_m}{R_m}$$

$$\therefore Slope = I_m = I_g$$

حساسية الجهاز

حساسية الاميتر

هي النسبة بين أقصي تيار يقيسه الجلفانومتر إلي أقصى تيار يقيسه بعد تحويله لأميتر

◇☜ **استنتاج قانونها :**

$$\because I_s R_s = I_g R_g$$

$$\Rightarrow \therefore (I - I_g) R_S = I_g R_g$$

$$\Rightarrow \therefore I R_S - I_g R_S = I_g R_g \Leftrightarrow I R_S = I_g (R_S + R_g)$$

$$\text{حساسية الاميتر} = \frac{R}{R_g} = \frac{I_g}{I} = \frac{R_S}{R_g + R_S}$$

حساسية الفولتميتر

هي النسبة بين فرق جهد الجلفانومتر قبل توصيل مضاعف الجهد إلي فرق الجهد بعد توصيل المضاعف

◇☜ **استنتاج قانونها**

$$\text{حساسية الفولتميتر} = \frac{V_g}{V} = \frac{I_g \times R_g}{I_g (R_g + R_m)}$$

$$\Rightarrow \therefore \frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	عند استخدام الجلفانومتر ذى الملف المتحرك كأميتر توصل مقاومة صغيرة على التوازى مع ملف الجلفانومتر .	حتى تصبح المقاومة الكلية للأميتر صغيرة فلا تسبب ضعف التيار المراد قياسه ويمر بالمجزئ الجزء الأكبر من التيار وهذا يحمى ملف الجلفانومتر من التلف فيمكن استخدام الأميتر لقياس تيارات عالية .
٢	يوصل الاميتر على التوالى فى الدائرة	حتى يمر فيه كل التيار المراد قياسه .
٣	يوصل الفولتميتر على التوازى بين طرفى الموصل	ليكون فرق الجهد بين طرفى الفولتميتر مساو لفرق الجهد المطلوب قياسه

م	ما النتائج المترتبة على	الإجابة
١	صغر مقاومة مجزئ التيار المتصل بالجلفانومتر .	تقل حساسية الأميتر ويزداد المدى الذى يقرأه لشدة التيار.
٢	زيادة قيمة مضاعف الجهد المتصل بالجلفانومتر .	تقل حساسية الفولتميتر ويمكن قياس فروق جهد أعلى به.

م	ما معنى قولنا أن	معنى ذلك أن
١	مجزئ التيار للأميتر = $0.5\ \Omega$	قيمة المقاومة التى توصل بالجلفانومتر على التوازى لزيادة مدى شدة التيار المقاس بالأميتر = $0.5\ \Omega$
٢	حساسية الأميتر = 0.1	النسبة بين أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر الى أقصى تيار يقيسه بعد تحويله لأميتر = 0.1
٣	مضاعف الجهد للفولتميتر = $100\ \Omega$	قيمة المقاومة التى توصل بالجلفانومتر على التوالى لزيادة مدى فرق الجهد المقاس بالفولتميتر = $100\ \Omega$

وجه المقارنة	مجزئ التيار (R_s)	مضاعف الجهد (R_m)
التعريف وطريقة التوصيل	مقاومة صغيرة توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر لتحويله الى أميتر.	مقاومة كبيرة توصل على التوالى مع ملف الجلفانومتر لتحويله الى فولتميتر
الوظيفة	تحويل الجلفانومتر الى أميتر لقياس شدة تيار كهربى أعلى .	تحويل الجلفانومتر الى فولتميتر لقياس فروق جهد أعلى .
القانون المستخدم	$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$	$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$

ملاحظات هامة لحل المسائل

❶ **فى الجلفانومتر ذو الملف المتحرك**

١- زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر من وضع الصفر هى الزاوية بين الملف والمجال .

٢- لحساب شدة التيار بدلالة الحساسية لكل قسم نستخدم القانون الاتى :-

شدة التيار = دلالة القسم الواحد × عدد الأقسام

٣ - عزم الازدواج المؤثر على الجلفانومتر يتعين من العلاقة $\tau = BIAN$ حيث $\theta = 90$ حيث الملف دائمًا موازيًا للفيض .

❷ أقصى قراءة قبل توصيل المجزئ تعنى I_g ، و أقصى قراءة بعد توصيل المجزئ I ، مقاومة الاميتر تعنى R_g

أقصى قراءة قبل توصيل المضاعف تعنى V_g .

أقصى قراءة (أقصى فرق جهد) بعد توصيل المضاعف $V = I_g (R_g + R_m)$

❸ جلفانومتر يدل كل قسم من تدريجه على قيمة معينه للتيار .... هذه القيمة تعنى I_g

كيف يتم تعديله ليدل كل قسم من تدريجه على قيمة أعلى للتيار .... هذه القيمة تعنى I

المقاومة المقترحة لتحويل الجلفانومتر الى فولتميتر هى :- توصيل مقاومة كبيرة على التوالى تسمى R_m مع الجلفانومتر .

❹ **جلفانومتر مقاومة ملفه R_g أقصى قراءة له I_g**

- عند توصيل مجزئ تيار R_{S1} بملف الجلفانومتر فان تيار الجلفانومتر I_g يظل ثابت ولكن التيار الكلى المار بهما I يزداد
- عند توصيل مقاومة أخرى على التوازى R_{S2} مع المجزئ R_{S1} فان تيار الجلفانومتر I_g يظل ثابت ولكن شدة التيار الكلى I يزداد
- يمكن اعتبار انه تم توصيل مجزئ جديد R_S و هذا المجزئ يكافئ المقاومة R_{S1} ، R_{S2} حيث $R_S = \frac{R_{S_1} \times R_{S_2}}{R_{S_1} + R_{S_2}}$

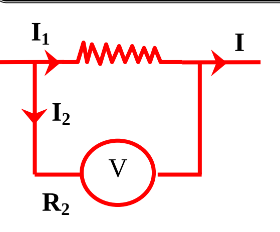
و لحساب شدة التيار مع أي مجزئ : شدة التيار = $\frac{\text{قراءة المؤشر على التدريج} \times \text{دلالة المجزئ بالأمبير}}{\text{النهاية العظمى للتدريج}}$

❺ **عند توصيل فولتميتر مقاومته R_g بين طرفى مقاومة ثابت R_1 يمر بها تيار I_1**

- لحساب قراءة الفولتميتر V_g فان $V_g = I_1R_1$
- ويمكن حساب تيار الفولتميتر I_g من العلاقة :- $V_g = I_gR_g$
- وعند توصيل مقاومة جديدة R_m مع ملف الفولتميتر R_g فان أقصى قراءة للفولتميتر فى هذه الحالة تعين من العلاقة :

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

- يمكن حساب المقاومة الكلية للفولتميتر من العلاقة $R_{eq} = R_g + R_m = \frac{V}{I}$
- المقاومة الكلية للفولتميتر اكبر من مقاومة المضاعف R_m



❻ **عند توصيل فولتميتر مقاومته R_2 على التوازى مع مقاومة R_1 ومر تيار كلى شدته I فإن**

قراءة الفولتميتر تتعين من العلاقة : $V = I \times \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

ويمكن تعيين شدة التيار كالآتي : $I_1 = \frac{V}{R_1}$ ، $I_2 = \frac{V}{R_2}$

❼ مقدار الخطأ فى قراءة الجهاز = القراءة قبل التوصيل بالدائرة ـــ القراءة بعد التوصيل بالدائرة

نسبة الخطأ = $\frac{\text{الخطأ فى قراءة الجهاز}}{\text{القراءة الصحيحة}} \times 100$

أمثلة محلولة

١- جلفانومتر مقاومته 54 Ω وصل بمجزئ للتيار فمر فى الجلفانومتر 0.1 من التيار الكلى اوجد قيمة مجزئ التيار.



$$\because R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow R_s = \frac{0.1I \times 54}{I - 0.1I} = \frac{5.4I}{0.9I} = 6\Omega$$

****

٢- أميتر مقاومته 30 Ω ما مقاومة المجزئ اللازم لإنقاص حساسيته الى الثلث وما مقدار المقاومة المكافئة حينئذ .



عند إنقاص الحساسية الى الثلث فان شدة التيار تزداد الى ثلاثة أمثال

$$I_g = \frac{1}{3} I \Rightarrow I = 3I_g$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow R_s = \frac{I_g \times 30}{3I_g - I_g} = 15\Omega$$

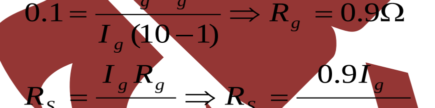
$$\therefore R_{كلية} = \frac{R_g \times R_S}{R_g + R_S} \Rightarrow R_{كلية} = \frac{30 \times 15}{45} = 10\Omega$$

****

٣- مجزئ تيار مقاومته 0.1 Ω ينقص حساسية أميتر الى العشر اوجد مقاومة المجزئ الذى ينقص حساسية هذا الاميتر الى الربع .



عندما تنقص الحساسية الى العشر فان I = 10 Ig



$$R_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow R_S = \frac{I_g R_g}{10I_g - I_g}$$

$$0.1 = \frac{I_g R_g}{I_g(10-1)} \Rightarrow R_g = 0.9\Omega$$

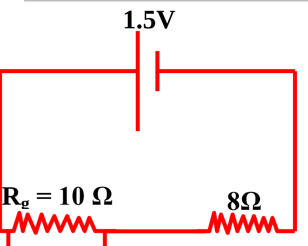
عندما تنقص الحساسية الى الربع فان I = 4 Ig

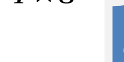
$$R_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow R_S = \frac{0.9I_g}{4I_g - I_g}$$

$$R_S = \frac{0.9I_g}{3I_g} \Rightarrow R_S = 0.3\Omega$$

****

٤- من الدائرة المقابلة احسب قيمة المقاومة R_s إذا علمت أن التيار المار في ملف الجلفانومتر 0.03A .





$$\because V_B = V_g + V_8 \Leftrightarrow \therefore 1.5 = I_g R_g + I \times 8 \Leftrightarrow \therefore 1.5 = 0.03 \times 10 + I \times 8$$

$$\Rightarrow I = \frac{1.5 - 0.3}{8} = \frac{1.2}{8}$$

$$\therefore I = 0.15A$$

$$\because R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow \therefore R_s = \frac{0.03 \times 10}{0.15 - 0.03} \Rightarrow \therefore R_s = 2.5\Omega$$

٥- جلفانومتر مقاومته 20 Ω لا يتحمل تيارا تزيد شدته عن 250 مللي أمبير كيف تستخدمه كفولتميتر لقياس فرق جهد أقصاه 100V =



الحل

$V_g = I_g R_g = 0.25 \times 20 = 5\ V$

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{100-5}{0.25} = 380\Omega$$

****

٦- دائرة كهربية تحتوي على مقاومة مقدارها 20Ω موصلة على التوازي بفولتميتر مقاومة ملفه 40Ω وعندما مر بالدائرة تيار شدته الكلية 0.6A انحرف مؤشر الفولتميتر إلى نهاية تدريجه . احسب قراءة الفولتميتر حينئذ وإذا وصل ملف الفولتميتر بعد ذلك على التوالي مع مقاومة قدرها 560Ω احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الفولتميتر في هذه الحالة



الحل

قراءة الفولتميتر

$$V = I_{كلي} \times \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \therefore V = 0.6 \times \frac{20 \times 40}{60} = 8V$$

نحسب التيار المار في الفولتميتر

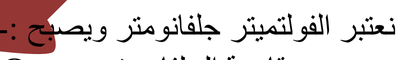
$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{8}{40} = \frac{1}{5} A$$

∴ أقصى فرق جهد يقيسه الفولتميتر بعد توصيله بمضاعف الجهد

$$V = I(R + R_m) = \frac{1}{5}(40 + 560) = 120V$$

****

٧- (الأزهر ٢٠٠٤) فولتميتر مقاومة ملفه 200 Ω أقصى فرق جهد يقيسه 10V ما التعديل اللازم عمله لجعل الجهاز يقيس أ – فرق جهد قيمته 20 V ب- فرق جهد أقصاه 5 V





الحل

نعتبر الفولتميتر جلفانومتر ويصبح :-

- مقاومة الجلفانومتر هى $R_g = 200\ \Omega$ فرق جهد الفولتميتر هو $V_g = 10$ volt
- نحسب تيار الجهاز I_g حيث $V_g = I_g R_g$ وبالتعويض نجد ان $I_g = 0.05$ A

(أ) لزيادة فرق الجهد المقاس الى V = 20 volt

نصل مقاومة R_m (مضاعف جهد) على التوالى مع ملف الجلفانومتر ويتم حساب قيمتها من العلاقة :

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{20 - (0.05 \times 200)}{0.05} = 200\Omega$$

(أ) لتقليل فرق الجهد المقاس الى V = 5 volt

نصل مقاومة R_S (مجزئ تيار) على التوازى مع ملف الجلفانومتر ويتم حساب قيمتها من العلاقة :

$$R_{eq} = \frac{V}{I_g} = \frac{5}{0.05} = 100\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R_g R_s}{R_g + R_s} \Rightarrow 100 = \frac{200 R_s}{200 + R_s} \Rightarrow R_s = 200\Omega$$

****

٨- جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 10 Ω وأقصى تدريجه 1 مللي أمبير وصلت معه على التوازي مقاومة قدرها 10 Ω أيضا بحيث كونا جهازا واحدا ثم وصلت مقاومة قدرها 995 Ω على التوالي معه واستخدم الجهاز ليقيس فرق جهد كم يكون أقصى فرق جهد يعينه الجهاز





الحل

نوجد أولا أقصى تيار يتحمله الأميتر

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow \therefore 10 = \frac{1 \times 10^{-3} \times 10}{I - 1 \times 10^{-3}} \Rightarrow \therefore I = 2 \times 10^{-3} A$$

ثم نحسب مقاومة الأميتر :

$$\therefore R = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5\Omega$$

∵ الأميتر هو الجهاز الذي تم تحويله إلى فولتميتر

$$\therefore V = I_{الأميتر}(R_{الأميتر} + R_m),\ \therefore V = 2 \times 10^{-3}(5 + 995) = 2V$$

****

ثالثا : الأوميتر

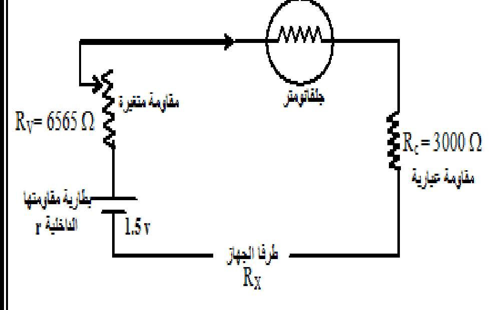
الأوميتر

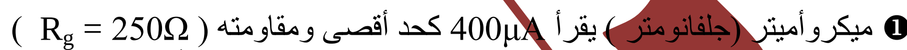
جهاز يستخدم لقياس مقاومة مجهولة وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وصل معه على التوالي مقاومة عيارية ثابتة ومقاومة متغيرة وعمود كهربى

◈ ☜ **الاستخدام** : قياس قيمة مقاومة مجهولة .

◈ ☜ **التوصيل في الدائرة الكهربية** : يوصل طرفي الجهاز بطرفي المقاومة المراد قياس قيمتها (R_x) .

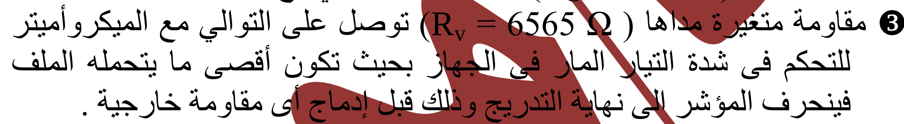
◈ ☜ **تركيب الأوميتر المعتاد**





❶ ميكروأميتر (جلفانومتر) يقرأ $400\mu A$ كحد أقصى ومقاومته ($R_g = 250\Omega$)

❷ مقاومة ثابتة ($R_C = 3000\Omega$) توصل على التوالي مع الميكروأميتر .



❸ مقاومة متغيرة مداها ($R_v = 6565\ \Omega$) توصل على التوالي مع الميكروأميتر للتحكم فى شدة التيار المار فى الجهاز بحيث تكون أقصى ما يتحمله الملف فينحرف المؤشر الى نهاية التدريج وذلك قبل إدماج أى مقاومة خارجية .

❹ عمود جاف قوته الدافعة الكهربية ($V_B = 1.5V$) بحيث تكون ثابتة حتى لا تتغير شدة التيار أثناء ضبط مؤشر الأوميتر أو أثناء استخدامه ، مع إهمال مقاومة العمود الداخلية (r)

◈ ☜ **فكرة العمل** :

يعتمد قياس مقاومة ما على العلاقة العكسية بين قيمة المقاومة وشدة التيار المستمر عند ثبوت فرق الجهد تبعًا لقانون أوم :

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \therefore I \alpha \frac{1}{R}$$

فإذا ظل فرق الجهد ثابتًا ومعلومًا تقل شدة التيار المار فى الدائرة بزيادة قيمة المقاومة R_x ويمكن معايرة الجلفانومتر ليعطى قيمة المقاومة مباشرةً .

◈ ☜ **طريقة المعايرة** :

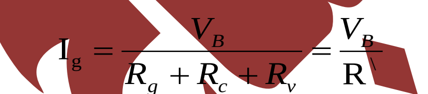
❶ نحسب قيمة مقاومة الدائرة اللازمة لمرور تيار $I_g = 400\mu A$ من العلاقة :

$$R^{\backslash} = \frac{V_B}{I} = \frac{1.5}{400\times10^{-6}} = 3750\Omega$$

❷ تضبط المقاومة المتغيرة على ($R_v = 500\ \Omega$) لتصبح مقاومة الدائرة 3750Ω

حيث ، $R^{\backslash} = R_c + R_g + R_v = 3000 + 250 + 500 = 3750\ \Omega$

فينحرف المؤشر الى نهاية التدريج وتكون أقصى شدة تمر فى الملف هى :



$$I_g = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v} = \frac{V_B}{R^{\backslash}}$$

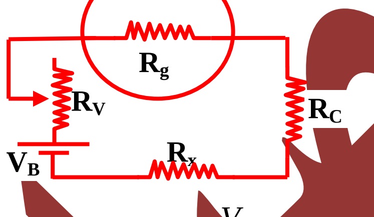
❸ يمكن معايرة الجهاز بدلالة قيمة المقاومة التى تم إدخالها (R_x) فعند :

توصيل مقاومة	المقاومة الكلية	المؤشر	شدة التيار
توصيل مقاومة $R_x = 3750\ \Omega$	**تصبح المقاومة الكلية ضعف ما كانت عليه $R_x = 7500\ \Omega$**	ينحرف المؤشر الى نصف التدريج	$I = \frac{V_B}{R^{\backslash} + R_x} = \frac{1.5}{3750 + 3750} = 200\times10^{-6} A$
توصيل مقاومة ضعف مقاومة الجهاز $2 \times 3750 = 7500\ \Omega$	**تصبح المقاومة الكلية ثلاثة أمثال ما كانت عليه $R_x = 11250\ \Omega$**	ينحرف المؤشر الى ثلث التدريج	$I = \frac{V_B}{R^{\backslash} + R_x} = \frac{1.5}{3750 + (2\times3750)} = \frac{400}{3}\times10^{-6} A$
توصيل مقاومة ثلاثة أضعاف مقاومه الجهاز $3 \times 3750 = 11250\ \Omega$	**تصبح المقاومة الكلية أربعة أمثال ما كانت عليه $R_x = 11500\ \Omega$**	ينحرف المؤشر الى ربع التدريج	$I = \frac{V_B}{R^{\backslash} + R_x} = \frac{1.5}{3750 + (3\times3750)} = 100\times10^{-6} A$

م	علل	الإجابة
١	**تدريج الأوميتر عكس تدريج الأميتر**	لأن شدة التيار المار تتناسب عكسيًا مع المقاومة فعند قياس مقاومة مجهولة عالية تقل شدة التيار .
٢	**تدريج الأوميتر غير منتظم بينما تدريج الأميتر منتظم**	لأن فى الأوميتر تتناسب شدة التيار الكهربى عكسيًا مع المقاومة الكلية للدائرة وليس مع المقاومة المجهولة فقط أما فى حالة الأميتر تتناسب زاوية الانحراف طرديًا مع شدة التيار .
٣	**يجب أن تكون القوة الدافعة الكهربية للعمود المتصل بالأوميتر ثابتة**	حتى تتناسب شدة التيار تناسبًا عكسيًا مع المقاوم الكلية عند ثبوت فرق الجهد حسب قانون أوم .
٤	**توصل مقاومة عيارية كبيرة في دائرة الأوميتر .**	❶ حتى تقلل من شدة التيار المار فى الدائرة لحماية ملف الجلفانومتر . ❷ جعل مؤشر الجلفانومتر ينحرف الى نهاية التدريج فى حالة عدم وجود مقاومة خارجية (معايرة الأوميتر) .

م	ماذا يحدث عند	الإجابة
١	**عدم وجود مقاومة عيارية كبيرة فى دائرة الأوميتر**	يمر فى الجلفانومتر تيار اكبر مما يتحمله ويحترق الملف .
٢	**عدم وجود مقاومة متغيرة فى دائرة الأوميتر .**	تتعذر معايرة الأوميتر .
٣	**تغير قيمة V_B**	يؤدي إلي تغير قيمة المقاومة العيارية (R_c) أو ما يؤخذ من المقاومة المتغيرة (R_V) الواجب أخذهما حتى يصل المؤشر إلي نهاية التدريج قبل توصيل أي مقاومة خارجية ولذا سيتغير تدريج الأوميتر عما كان عليه في بداية المعايرة.

ملاحظات لحل مسائل الأوميتر



❶ في حالة عدم توصيل مقاومة خارجية مجهولة تكون شدة التيار أقصى قيمة وتساوي (I_{max})

$$I_{max} = \frac{V_B}{R_{eq}} = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r}$$

❷ في حالة توصيل مقاومة خارجية مجهولة (R_x) تصبح شدة التيار :

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + R_x} = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r + R_x}$$

❸يمكن حساب المقاومة R_x اللازمة لانحراف المؤشر من العلاقة :-

$$\frac{I}{I_{max}} = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + R_x}$$

❹ أى جهاز (أميتر – فولتميتر – أوميتر) يتم تعديله تعتبر مقاومته هى R_g والتيار المار فى هذا الجهاز هو I_g.

أمثلة محلولة

١- مللى أميتر مقاومته 20 Ω وأقصى تيار يتحمله ملفه 15mA ويراد تحويله الى أوميتر باستخدام عمود قوته الدافعة 1.5V احسب قيمة المقاومة العيارية اللازمة لذلك . وما مقدار المقاومة التى عند قياسها بواسطة الأوميتر تجعل المؤشر ينحرف الى ثلث التدريج .

الحل

$$\because R'_{الكلية} = \frac{V_B}{I} = \frac{1.5}{15\times10^{-3}} = 100\Omega$$

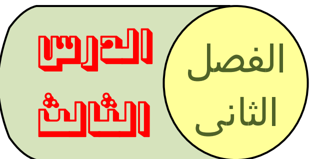
∴ المقاومة العيارية اللازمة لذلك

R = 100 – 20 = 80 Ω

$$\frac{I}{I_{max}} = \frac{R_{eq}}{R_{eq}+R_X} \Rightarrow \therefore \frac{1}{3} = \frac{100}{100+R_X} \Rightarrow \therefore R_X = 200\Omega$$

وجه المقارنة	الاميتر	الفولتميتر	الأوميتر
المقاومة التى تتصل بالجلفانومتر	يوصل ملفه على التوازى بمقاومة صغيرة (مجزئ التيار R_S)	يوصل ملفه على التوالى بمقاومة كبيرة (مضاعف الجهد R_m)	يوصل ملفه على التوالى بمقاومة عيارية محسوبة (R_C) ومقاومة صغيرة (R_V) وعمود كهربى مقاومته الداخلية (r)
طريقة التوصيل فى الدوائر	يوصل على التوالى فى الدائرة المراد قياس شدة التيار الكهربى المار فيها	يوصل على التوازى بين طرفى الموصل المراد قياس فرق جهد بين طرفيه	يوصل طرفى الجهاز بطرفي المقاومة المراد قياس قيمتها (R_{ex})
القانون المستخدم	$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$	$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$	$I = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r + R_{ex}}$
الوظيفة	قياس شدة التيار الكهربى	قياس فرق الجهد بين نقطتين	قياس قيمة مقاومة مجهولة
التدريج	منتظم .	منتظم .	غير منتظم .
أجهزة القياس المباشرة السابقة غير دقيقة بسبب	(أ) قطبي المغناطيس تقل شدتهما بالتدريج فتتغير قيمة كثافة الفيض المؤثر علي الملف. (ب) الزنبركان يفقدان جزءا من مرونتهما بالتدريج. (ج) قد يوجد خطأ بشري في قياس مقدار الانحراف.		

****



اجـهـزة القـيـاس الكـهـربـي

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) جهاز يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربية مستمرة ضعيفة جدًا فى دائرة ما وقياس شدتها وتحديد اتجاهها .
(٢) زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عن وضع الصفر عند مرور تيار كهربى شدته الوحدة فى ملفه .
(٣) النسبة بين أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر الى أقصى تيار يقيسه بعد تحويله لأميتر .
(٤) مقاومة صغيرة توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر لتحويلة الى أميتر .
(٥) مقاومة كبيرة تتصل مع ملف الجلفانومتر على التوالى لتحويله الى فولتميتر .
(٦) جهاز يستخدم فى قياس مقاومة مجهولة بطريقة مباشرة .
(٧) مقاومة كهربية ثابتة توصل على التوال مع ملف الجلفانومتر لتحويله الى أوميتر .

س ٢ : اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) يعمل قطبى المغناطيس المقعرين فى الجلفانومتر ذو الملف المتحرك على أن تكون خطوط الفيض المغناطيسى على هيئة ....
(دوائر – خطوط متوازية – أنصاف أقطار – منحنيات)
(٢) للتحكم فى حركة الملف فى الجلفانومتر يستخدم ....
(زوج من الملفات اللولبية – حوامل من العقيق – مؤشر خفيف – جميع ما سبق)
(٣) يستخدم الجلفانومتر ذو الملف المتحرك لقياس تيارات كهربية ....
(مترددة ضعيفة – مترددة قوية – مستمرة ضعيفة – مستمرة قوية)
(٤) حساسية الجلفانومتر تساوى ....
$\left[(\theta + I) - (\frac{I}{\theta}) - (\frac{\theta}{I}) - (\theta I) \right]$
(٥) كلما نقصت قيمة مجزئ التيار المتصل بالجلفانومتر فإن حساسية جهاز الأميتر .... (تزداد – تقل – تظل كما هى)
(٦) كلما زادات مقاومة مضاعف الجهد فى الفولتميتر فإن حساسيته .... (تقل – تزداد – تظل ثابتة)

(٧) مقاومة مجزئ التيار للأميتر R_S تساوى ....

$$\left[(\frac{I_g R_g}{I+I_g}) - (\frac{I_g R_g}{I}) - (\frac{I_g R_g}{I-I_g}) - (\frac{I-I_g}{I_g R_g})\right]$$

(٨) مضاعف الجهد الذى يعطى أدق قراءة فى الفولتميتر من هذه المقاومات هو الذى مقاومته ....
(5000 Ω – 0.5 Ω – 2000 Ω – 500 Ω)

(٩) الأجهزة التالية جميعها تدريجها منتظم ماعدا .... (الجلفانومتر – الأميتر – الفولتميتر – الأوميتر)

(١٠) أدق قراءة يمكن الحصول عليها فى أميتر تكون باستخدام مجزئ تيار مقاومته ....
(0.1 Ω – 0.01 Ω – 0.001 Ω – 10 Ω)

(١١) ✍ النسبة بين مقاومة مجزئ التيار الى مقاومة الأميتر ككل .... الواحد . (أكبر من – تساوى – أقل من)

(١٢) عندما يوصل ملف الجلفانومتر بمجزئ تيار مقاومته أكبر من الملف يمكنه قياس شدة تيار ... (أكبر – مساوية – أصغر)

(١٣) عندما يوصل ملف الجلفانومتر بمضاعف جهد مقاومته أصغر من الملف يمكنه قياس فرق جهد ....
(أكبر – مساوية – أصغر)

(١٤) النسبة بين شدتى التيار المار فى ملف الفولتميتر والمار فى مضاعف الجهد المتصل به تكون دائمًا .... الواحد الصحيح
(أكبر من – تساوى – أقل من)

(١٥) النسبة بين شدتى التيار المار فى ملف الأميتر والمار فى مجزئ التيار المتصل به تكون دائمًا .... الواحد الصحيح
(أكبر من – تساوى – أقل من)

(١٦) النسبة بين أقصى شدة تيار يتحملها الجلفانومتر قبل توصيل المجزئ الى أقصى شدة تيار يتحملها بعد توصيل المجزئ تكون دائما .... الواحد (أكبر من – تساوى – أصغر من)

(١٧) النسبة بين أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الجلفانومتر بعد توصيل المضاعف الى أقصى فرق جهد يمكن ان يقيسه قبل توصيل المضاعف تكون دائما .... الواحد (أكبر من – تساوى – أصغر من)

(١٨) ✍ عند توصيل مجزئ التيار مع ملف الجلفانومتر فإن مقاومة الجهاز ككل .... (تقل – تزداد – لا تتغير)

(١٩) ✍ جلفانومتر مقاومة ملفه R فإن مقاومة مجزئ التيار التى تجعل الحساسية له تقل الى الربع هى ....

$$\left[(\frac{R}{4}) - (\frac{R}{3}) - (\frac{R}{2}) - (R)\right]$$

(٢٠) مقاومة مضاعف الجهد للفولتميتر R_m تساوى ....

$$\left[(\frac{V-I}{I_g R_g}) - (\frac{V-I_g R_g}{I}) - (\frac{V-I_g R_g}{I_g}) - (\frac{V+I_g R_g}{I})\right]$$

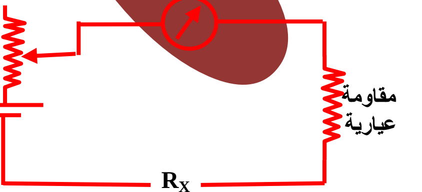
(٢١) المقاومة المكافئة للأميتر ....

$$\left[(\frac{R_g+R_S}{R_g R_S}) - (\frac{R_g R_S}{R_g+R_S}) - (R_g - R_S) - (R_g + R_S)\right]$$

(٢٢) المقاومة المكافئة للفولتميتر هى ....

$$\left[(\frac{R_g R_m}{R_g+R_m}) - (R_g - R_m) - (R_g R_m) - (R_g + R_m)\right]$$

(٢٣) ✍ عند غلق دائرة الأوميتر وصل مؤشره الى نهاية التدريج حينئذ تكون المقاومة المقاسة ....
(كبيرة جدًا – صغيرة جدًا – منعدمة)



(٢٤) 📄 فى الدائرة الموضحة يكون أقصى انحراف لمؤشر الجلفانومتر 600μA عند تلامس طرفي الدائرة (R_X = 0) فإذا أدخلت مقاومة R_X قيمتها تساوى ضعف المقاومة الكلية للدائرة فإن أقصى انحراف للجلفانومتر يساوى ....
(1200 μA – 600 μA – 300 μA – 200 μA)

(٢٥) ✍ إذا كانت المقاومة المجهولة المقاسة بواسطة أوميتر ضعف المقاومة الكلية للجهاز فإن مؤشر الجهاز ينحرف الى .... التدريج (نصف – ربع – ثلث)

(٢٦) إذا كانت مقاومة 200 Ω تجعل الأوميتر ينحرف الى نصف تدريجه فان المقاومة التى تجعله ينحرف الى ثلث تدريجه هى .... (600 Ω – 400 Ω – 300 Ω)

(٢٧) مللي أميتر مر فيه تيار شدته 15mA فانحراف المؤشر بزاوية 30^o عن وضع الصفر احسب الحساسية أيهما أدق .
(2000 deg / A - 0.002 deg / µA - 2 deg / mA)
(٢٨) جلفانومتر ذو ملف متحرك تدريجه مقسم إلي عشرة أقسام وحساسيته $5\mu A$ لكل قسم واحد فتكون شدة التيار اللازم لكي ينحرف مؤشره إلي نصف التدريج .
$(5\mu A - 10\mu A - 15\mu A - 25\mu A)$
(٢٩) الفولتميتر المثالى مقاومته ...... بينما الاميتر المثالى مقاومته .....
(صفر – ما لانهائية – اكبر من الصفر – اقل من الصفر)
(٣٠) ينحرف مؤشر الأوميتر الى ثلاثة ارباع قيمته إذا زادات قيمة مقاومة الدائرة الكلية بمقدار ....
(ثلاثة ارباع قيمتها – ثلث قيمتها – ربع قيمتها – $\frac{4}{3}$ قيمتها)

****

س٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) ✍ حساسية الجلفانومتر = 0.6 deg/µA
(٢) حساسية الأميتر = 0.1
(٣) مجزئ التيار للأميتر = 3 Ω
(٤) مضاعف الجهد للفولتميتر = 100 Ω
(٥) حساسية الأميتر قلت للعشر .
(٦) عند توصيل مجزئ تيار بملف الجلفانومتر فانه يمر فى الجلفانومتر عشر التيار الكلى

****

س٤ : علل لما يأتى :

(١) ✍ تقعر قطبي المغناطيس الدائم في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك .
(٢) ✍ وجود زوج من الملفات الزنبركية في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك.
(٣) يعتبر ازدواج الزنبركين فى الجلفانومتر ذو الملف المتحرك مقاوم راد .
(٤) يصنع زوج الملفات الزنبركية في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك من سبيكة البرونزفوسفور .
(٥) تدريج الجلفانومتر ذو الملف المتحرك منتظم (أقسامه متساوية) وصفر تدريجه فى المنتصف .
(٦) ✍ يرتكز ملف الجلفانومتر على حوامل من العقيق .
(٧) مؤشر الجلفانومتر ذو الملف المتحرك من الالومنيوم .
(٨) يلف الملف داخل الجلفانومتر على إطار خفيف من الالومنيوم .
(٩) ✍ وجود اسطوانة من الحديد المطاوع داخل ملف الجلفانومتر .
(١٠) ✍ لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك لقياس التيار المتردد.
(١١) لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك في قياس شدة التيارات الكهربية العالية .
(١٢) * يجب معايرة الجلفانومتر ذو الملف المتحرك كل فترة .
* يجب معايرة الأميتر كل فترة .
* يجب معايرة الفولتميتر كل فترة .
(١٣) للجلفانومتر ذو الملف المتحرك مميزات وعيوب .
(١٤) 🕮 يوصل الأميتر بالدائرة على التوالي .
(١٥) الأميتر جهاز غير دقيق (يوجد خطأ فى قياس الأميتر).
(١٦) صغر مقاومة الأميتر .
(١٧) عند استخدام الجلفانومتر ذو الملف المتحرك كأميتر توصل مقاومة صغيرة على التوازى مع ملف الجلفانومتر .
(١٨) 🕮 عند استخدام الجلفانومتر ذو الملف المتحرك كفولتميتر توصل مقاومة كبيرة على التوالى مع ملف الجلفانومتر .
(١٩) كلما قلت مقاومة مجزئ التيار قلت حساسية الأميتر .
(٢٠) الأميتر اقل حساسية من الجلفانومتر .
(٢١) 🕮 يوصل الفولتميتر بالدائرة على التوازى .
(٢٢) كبر مقاومة الفولتميتر.
(٢٣) الفولتميتر جهاز غير دقيق (يوجد خطأ فى قياس الفولتميتر) .
(٢٤) كلما زادت مقاومة مضاعف الجهد قلت حساسية الفولتميتر .

(٢٥) ✍ تدريج الأوميتر عكس تدريج الأميتر .
(٢٦) ✍ تدريج الأميتر منتظم بينما تدريج الأوميتر غير منتظم .
(٢٧) 📖 يوصل مع ملف الأوميتر مقاومة عيارية كبيرة .
(٢٨) * يراعى أن يكون عمود الأوميتر عياريًا .
* 📖 يجب أن تكون القوة الدافعة الكهربية للعمود المتصل بالأوميتر ثابتة .

****

س٥ : أشرح الفكرة العملية (الاساس العلمى) لكل مما يأتى :

(١) ✍ الجلفانومتر ذو الملف المتحرك .
- ✍ أميتر التيار المستمر .
- فولتميتر التيار موحد الاتجاه .

(٢) 📖 مجزئ التيار فى الأميتر .
(٣) 📖 المقاومة المضاعفة للجهد فى الفولتميتر .

****

س٦ : ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى :

(١) ✍ مرور تيار مستمر ذو شدة عالية (أكبر من I_g) داخل ملف الجلفانومتر .
(٢) مرور تيار متردد داخل ملف الجلفانومتر .
(٣) صغر مقاومة مجزئ التيار المتصل بالجلفانومتر .
(٤) زيادة قيمة مضاعف الجهد المتصل بالجلفانومتر .
(٥) عدم وجود مقاومة عيارية كبيرة فى دائرة الأوميتر .
(٦) ✍ عدم وجود مقاومة متغيرة فى دائرة الأوميتر .

****

س٧ : اذكر وظيفة كل مما يأتى :

(١) ✍ الجلفانومتر ذو الملف المتحرك .
(٢) ✍ القطبين المغناطيسين المقعرين فى جلفانومتر ذو الملف المتحرك .
(٣) ✍ الملفين الزنبركين فى الجلفانومتر ذو الملف المتحرك .
(٤) 📄 أسطوانة الحديد المطاوع فى الجلفانومتر ذو الملف المتحرك .
(٥) حوامل العقيق فى الجلفانومتر ذو الملف المتحرك .
(٦) الأميتر . (٧) الفولتميتر . (٨) ✍ الأوميتر .
(٩) ✍ المقاومة الصغيرة التى توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر ذو الملف المتحرك .
(١٠) ✍ مقاومة مضاعف الجهد فى الفولتميتر .
* ✍ المقاومة الكهربية التى تتصل على التوالى مع ملف الجلفانومتر الحساس ذو الملف المتحرك .
(١١) ✍ المقاومة العيارية فى الأوميتر .
(١٢) ✍ المقاومة المتغيرة فى دائرة الأوميتر .

****

س٨ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) ✍ الأميتر والفولتميتر و الأوميتر .
(من حيث : المقاومة التى تتصل بملف الجلفانومتر – طريقة التوصيل فى الدوائر – القانون المستخدم – الوظيفة – التدريج)
(٢) ✍ مجزئ التيار ومضاعف الجهد (من حيث : طريقة التوصيل – الوظيفة)
(٣) أجهزة القياس التناظرية وأجهزة القياس الرقمية .

****

س٩ : اسئلة متنوعة :

(١) 📖 **صف مع الرسم** تركيب الجلفانومتر الحساس موضحًا فكره عمله .

****

(٢) ✍ **اذكر** اسم جهاز واحد تُبنى فكره عمله على التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى .

****

(٣) ✍ **اكتب العلاقة الرياضية** التى تربط بين زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر ذو الملف المتحرك (θ) وشدة التيار المار به (I) **ثم عبر** عن ذلك برسم بيانى .

****

(٤) **اكتب الكميات الفيزيائية التى تتعين من العلاقات الرياضية الآتية :**

(أ) $\frac{I_g R_g}{I - I_g}$ (ب) $\frac{V - V_g}{I_g}$ (ج) $\frac{R_S}{R_g + R_S}$ (د) $\frac{R_g}{R_g + R_m}$

****

(٥) لديك جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه R_g أوم وأقصى تيار يمكنه أن يسرى خلال هذا الملف هو I_g أمبير ، **اشرح كيف يمكنك عمليًا تحويل هذا الجلفانومتر الى**

(أ) ✍ أوميتر لتقدير قيمة مقاومة مجهولة .

(ب) ✍ فولتميتر لقياس فرق جهد V أكبر من V_g (استنتج القانون المستخدم)

(ت) ✍ أميتر لقياس تيار شدته $I < I_g$ (استنتج العلاقة المستخدمة)

****

(٦) 📖 لديك جلفانومتر ذو ملف متحرك ، **كيف يمكنك استخدامه لقياس كل مما يأتى (مع توضيح إجابتك بالرسم) :**

(أ) شدة التيار الكهربى .	(ب) القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربى .	(جـ) المقاومة الكهربية .

****

(٧) **اشرح** كيف يمكن استخدام الأوميتر لقياس مقاومة مجهولة بطريقة عملية ومتى تنعدم قيمة هذه المقاومة ؟ ثم ارسم طريقة مبسطة لتدريج الأوميتر .

****

(٨) **أثبت أن :**

(أ) $R_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$	(ب) $R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$

****

(٩) 📄 **فى الشكل المقابل :**

(أ) المقاومة 0.1 Ω تسمى .... و الغرض من توصيلها.............

(ب) الفرق فى الجهد بين طرفي المللى أميتر عندما يقرأ تيار شدته 10 mA يساوى..........

(ت) فرق الجهد بين طرفي المقاومة 0.1 Ω يساوى...........

(ث) أقصى قيمة لشدة التيار يمكن أن يعينها الجهاز فى هذه الحالة تساوى ....

I, I_g, 10Ω, 10 mA, I_s, 0.1 Ω

****

(١٠) ✍ اتصل جلفانومتر حساس بمجزئ تيار (X) قيمته 0.2 Ω ثم استبدل المجزئ بمجزئ أخر (Y) قيمته 0.02 Ω مع نفس الجلفانومتر . فى أى الحالتين يستطيع الأميتر قياس مدى أكبر لشدة التيار ؟ ولماذا

****

س١٠ : مسائل :

اولا : الجلفانومتر ذو الملف المتحرك

١- 📖 جلفانومتر ذو ملف متحرك عند مرور تيار شدته 30 μA كانت الزاوية بين الملف والمجال 60^0 احسب من ذلك حساسية الجلفانومتر .
[2 deg/μA]

****

٢- جلفانومتر مساحة مقطع ملفه $60\ cm^2$ معلق فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.1 T فإذا كان عدد لفاته 600 لفة احسب شدة التيار اللازم لتوليد عزم ازدواج قدره 1 N.m
[2.778 A]

٣- جلفانومتر ذو ملف متحرك ينحرف مؤشره الى نصف التدريج عند مرور تيار شدته 200 μA احسب عدد أقسام تدريج الجلفانومتر إذا علمت أن دلالة القسم الواحد 0.08 mA [5 أقسام]

****

ثانيا : الأميتر

٤- 📖 جلفانومتر مقاومة ملفه 0.1 Ω ويقرأ عند نهاية تدريجه تيار شدته 5 A ما قيمة مقاومة مجزئ التيار اللازمة لزيادة قراءته بمقدار 10 أمثال قيمتها ؟ [0.0111 Ω]

****

٥- ✍ جلفانومتر مقاومته 54 Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه عند مرور تيار شدته 1 A يراد تعديله لقياس تيار شدته 10A احسب قيمة مقاومة مجزئ التيار وكيفية توصيلها مع ملف الجلفانومتر [توصل معه على التوازي مقاومة 6 أوم]

****

٦- ✍ جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تيارا أكثر من 500 μA وينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه في حالة وجود فرق جهد بين طرفيه 0.04 V فكيف يمكن تحويله إلى أميتر يقيس تيارا شدته 500 mA

[توصل معه على التوازي مقاومة 0.08 أوم]

****

٧- جلفانومتر مقاومة ملفه 30 Ω أقصى تيار يمكن قياسه 0.01 A يراد تحويله الى أميتر أحسب :

(أ) مقاومة المجزئ اللازمة حتى يقيس تيارات شدتها 1 A [0.303 Ω]

(ب) المقاومة الكلية للأميتر . [0.3 Ω]

(ت) أقصى تيار يمكن قياسه عند توصيل مجزئ قيمته 0.1 Ω [3.01 A]

****

٨- جلفانومتر مقاومته 50 Ω ينحرف مؤشره الى اقصى تدريج عندما يمر به تيار 10 mA ، احسب

١) قيمة مجزئ التيار اللازم لقياس 60 mA [10 Ω]

٢) قيمة مجزئ التيار اللازم لانقاص حساسية الجلفانومتر الى $\frac{1}{11}$ [5 Ω]

٣) أقصى تيار يمكن قياسه بواسطة الجلفانومتر عند توصيله بمجزئ تيار 1 Ω [510 mA]

****

٩- ✍ أميتر ينحرف مؤشره الى نهاية تدريجه إذا مر به تيار شدته 200 mA وعندما تكون قراءة الأميتر 50 mA يكون فرق الجهد بين طرفيه 0.04 V ، ما الذى يمكن عمله لكى يصبح صالحًا لقياس تيارات كهربية أقصاها 2 A ؟ [0.089 Ω]

****

١٠- ✍ جلفانومتر مقاومة ملفه 8Ω يقيس شدة تيار أقصاها 200 mA احسب مقدار المقاومة الواجب توصيلها على التوازي مع ملف الجهاز لتحويله إلى أميتر يقيس شدة تيار أقصاها 1 A وإذا وصلت على التوازي مع المقاومة المضافة مقاومة أخرى مساوية لها في المقدار فكم تصبح النهاية العظمى لشدة التيار التي يمكن أن يقيسها الجهاز في هذه الحالة [1.8 A ، 2 Ω]

****

١١- 📖 ✍ احسب قيمة مجزئ التيار اللازم لإنقاص حساسية أميتر مقاومته 24 Ω إلى الربع وما مقدار المقاومة المكافئة للأميتر والمجزئ معا ، حينئذ؟ [6 Ω ، 8 Ω]

****

١٢- ✍ الدائرة الكهربية المقابلة تتكون من بطارية V_B مقاومتها الداخلية 1Ω تتصل بمقاومة ثابتة 15 Ω وجلفانومتر مقاومة ملفه 20 Ω أوجد النسبة بين التيارين المارين في الدائرة قبل وبعد توصيل ملف الجلفانومتر بمجزئ تيار قيمته 5 Ω

[$\frac{5}{9}$]

****

١٣- ✍ جلفانومتر مقاومته 21 Ω يدل القسم الواحد من تدريجه على 25 mA فإذا وصل ملفه بمجزئ للتيار مقاومته 0.07 Ω احسب شدة التيار الذي يدل عليه القسم الواحد [7.525 A]

****

١٤- ✍ جلفانومتر مقاومة ملفه 10 Ω وأقصى تيار يمكن قياسه بواسطته 40 mA وصل بمجزئ للتيار (R_s) ثم وصل في دائرة كهربية تحتوي على مقاومة 8 Ω وعمود كهربي قوته الدافعة 1.5 V مهمل المقاومة الداخلية ، وعند غلق الدائرة انحرف

مؤشر الجلفانومتر إلى ثلاثة ارباع تدريجه احسب قيمة مجزئ التيار. [2.5 Ω]

****

١٥- في الدائرة الكهربية الموضحة بالرسم احسب قيمة R_s

علما بأن $I_g = 0.1A$

[10Ω]

12V
r = 0
16Ω
40Ω
R_s

****

١٦- احسب مقاومة مجزئ التيار اللازم توصيله على التوازي مع أميتر مقاومة ملفه 0.04 أوم بحيث يسمح بمرور ربع التيار الكلي خلال ملف الأميتر [0.0133 Ω]

****

١٧- جلفانومتر مقاومته 20 Ω يدخل ضمن دائرة مقاومتها 80 Ω متصلة ببطارية قوتها الدافعة V_B وصل بمجزئ مقاومته 5 Ω احسب النسبة بين شدتي التيار المار في الجلفانومتر قبل وبعد توصيل المجزئ [25 : 21]

****

١٨- جلفانومتر مقاومته 20 Ω وصل بمجزئ للتيار يسمح بمرور خمس التيار الكلي ثم وصل الجهاز في دائرة كهربية تحتوي على مقاومة ثابتة 26 Ω ومصدر للتيار الكهربي قوته الدافعة 6 V ومهمل المقاومة الداخلية احسب شدة التيار المار في الجلفانومتر [0.04 A]

****

١٩- جلفانومتر مقاومته 54 Ω إذا وصل بمجزئ للتيار (أ) يمر في الجلفانومتر 0.1 من التيار الكلي ، أما إذا وصل بمجزئ آخر (ب) فإن التيار الذي يمر فيه يصبح 0.12 من التيار الكلي أوجد مقدار كل من المقاومتين (أ) ، (ب) [6Ω , 7.36 Ω]

****

٢٠- جلفانومتر حساس مقاومته 19 Ω ينحرف مؤشره الى نهاية تدريجه عندما يمر فيه تيار شدته 0.05A فما اكبر شده تيار يمكن قياسه به كأميتر إذا وصل بمجزئ تيار مقاومته 1Ω . [1 A]

****

٢١- بطارية قوتها الدافعة الكهربية 3.2 V ومقاومتها الداخلية 1.2 Ω و أميتر مقاومته 1.4 Ω و جلفانومتر مقاومته 4 Ω وصلت جميعها على التوالى احسب شدة التيار المار فى كل من الجهازين بالمللى أمبير عندما يوصل مع الجلفانومتر على التوازى مقاومة 6 Ω [640 - 384 مللي أمبير]

****

٢٢- أميتر مقاومته 15Ω وصل على التوازى بمجزئ تيار ثم ادخل فى دائرة كهربية فمر فى الاميتر سبع التيار الكلى وعندما سخنت مقاومة المجزئ مر فى الاميتر سدس التيار الكلى اوجد من ذلك مقاومة المجزئ قبل وبعد التسخين (2.5 Ω -3 Ω)

****

٢٣- جلفانومتر مقاومه ملفه 0.2 Ω ويقرا عند نهاية تدريجه 2.5 A أردنا زيادة قراءته الى 10 أمثال فما قيمه مقاومة مجزئ التيار اللازمة . (0.022 Ω)

****

٢٤- جلفانومتر مقاومة ملفه 20 Ω وصل بمجزئ تيار مقاومته 5 Ω احسب النسبة المئوية لشدة التيار الذى يمر فى ملف الجلفانومتر (20 % أوم)

****

٢٥- جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومه ملفه 8Ω وصل معه على التوازى مقاومة قدرها 2 Ω فإذا كانت شدة التيار المار فى الجلفانومتر 0.12 A فاحسب المقاومة الكلية للجلفانومتر والمجزئ ثم احسب شدة التيار المار فى المجزئ (0.48 A -1.6 Ω)

****

٢٦- احسب قيمة حساسية الجلفانومتر عند توصيله بمجزئ تيار قيمته $\frac{R_g}{5}$ [$\frac{1}{6}$]

****

٢٧- جلفانومتر مقاومة ملفه R احسب مقاومة مجزئ التيار التي تجعل حساسيته تقل إلى الربع ؟ [$\frac{R}{3}$]

****

٢٨- جلفانومتر مقاومه ملفه 5 Ω يتطلب انحراف مؤشره الى نهاية تدريجه مرور تيار شدته 5 mA ما هى مقاومة مجزئ التيار الذى يجب استخدامه لتحويله الى أميتر النهاية العظمى لتدريجه 5 A **[0.005 Ω]**

****

٢٩- جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه 80 Ω يتصل بمجزئ تيار مقاومته 20.8 Ω ما هى المقاومة الإضافية اللازم توصيلها على التوازى حتى يمر تيار شدته 0.2 من التيار الأصلي فى الجلفانومتر . **[520 Ω]**

****

ثالثا : الفولتميتر

٣٠- جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 0.1 Ω يبلغ أقصى انحراف له عندما يمر فيه تيار شدته 1 mA احسب مقاومة مضاعف الجهد R_m اللازم لتحويله إلي فولتميتر يصلح لقياس فرق جهد نهايته العظمى 5 V. **[4999.9 Ω]**

****

٣١- جلفانومتر يمر به تيار شدته 0.02 A لينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج وعندئذ يكون فرق الجهد بين طرفيه 5 V كم تكون قيمة المقاومة المضاعفة للجهد التي تجعله صالحا لقياس فرق جهد قدره 150 V وما هى مقاومة ملف الجلفانومتر
[7250 Ω - 250 Ω]

****

٣٢- جلفانومتر ينحرف مؤشرة إلى نهاية التدريج عندما يمر به تيار شدته 50 µ A احسب :-
❶ قيمة المقاومة الكلية لكل من الجلفانومتر ومضاعف الجهد لكي يتحول إلى فولتميتر يقرأ 10 V عندما ينحرف مؤشره الي نهاية التدريج . ❷ قيمة مضاعف الجهد إذا علمت أن مقاومة ملف الجلفانومتر 1 K Ω. **[200 k Ω - 199 k Ω]**

****

٣٣- جلفانومتر حساس يتكون من 100 لفة مساحة كل منها 5 cm^2 ينحرف مؤشره الى نهاية تدريجه عندما يمر به تيار شدته 0.4 mA وكثافة الفيض المؤثر عليه 0.4 T وكان مستوى الملف يصنع مع خطوط الفيض زاوية 60^o ، احسب :
(أ) عزم الازدواج المؤثر على الملف .
(ب) مقاومة ملف الجلفانومتر إذا وصل بمضاعف جهد قيمته 4000 Ω ليعمل كفولتميتر يقيس فرق جهد أقصاه 5 V
[4×10^{-6} N.m , 8500 Ω]

****

٣٤ - دائرة كهربية تحتوى على مقاومة مقدارها 10 Ω موصلة على التوازى بفولتميتر مقاومة ملفه 50 Ω وعندما مر بالدائرة تيار شدته الكلية 0.6 A انحرف مؤشر الفولتميتر الى نهاية تدريجه . احسب قراءة الفولتميتر حينئذ ، وإذا وصل ملف الفولتميتر بعد ذلك على التوالى مع مقاومة مقدارها 4950 Ω احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الفولتميتر فى هذه الحالة .
[5 V – 500 V]

****

٣٥- دائرة كهربية بها مقاومة ثابتة 6 Ω يمر بها تيار كهربي شدته 0.2A وصل فولتميتر مقاومته 30 Ω بطرفي المقاومة فانحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه فإذا وصلت مقاومة تساوي 144 Ω على التوالي مع الفولتميتر فما هي قراءة مؤشره ؟ وما هي أقصى قيمة لفرق الجهد الذي يمكن أن يقيسه في هذه الحالة؟ **[5.8V ، 1.16 V]**

****

٣٦- فولتميتر معد لقراءة 150 V عند انحراف مؤشره إلى نهايته فإذا كانت مقاومة ملفه 50 Ω وكانت شدة التيار المار فيه 4×10^{-4} A احسب قيمة المقاومة المضاعفة للجهد اللازمة لذلك **[374950Ω]**

****

٣٧- أميتر مدرج إلى مللي أمبيرات مقاومة ملفه 50 Ω وأريد استخدامه كفولتميتر احسب المقاومة التي توصل بالأميتر على التوالي لتعمل كمقاومة مضاعفة للجهد بحيث يدل كل قسم منه على 1 V **[950 Ω]**

****

٣٨- جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 100Ω أقصى تيار يقيسه واحد مللي أمبير يراد تحويله إلى فولتميتر احسب:
❶ مقاومة مضاعف الجهد حتى يقيس فروق في الجهد أقصاها 10 V **[9900 Ω]**
❷ أقصى جهد يقيسه إذا وصل بمضاعف جهد 2900Ω **[3 V]**

****

٣٩- فولتميتر مقاومته 1000 Ω يقيس فرق جهد 5 V فإذا كان لديك مقاومتان قيمة كل منهما 4000 Ω وضح كيف يمكن استخدامهما مع الفولتميتر لجعله يقيس فرق جهد 15 V **(يتم توصيلهم توازى)**

****

٤٠- جلفانومتر مقاومة ملفه 50 Ω أوم وأقصى تيار يتحمله ملفه 0.1A يراد تحويله إلى فولتميتر ليقيس فرق جهد أقصاه 50 V باستخدام سلك مساحة مقطعه 2×10^{-6} m^2 ومقاومته النوعية 6×10^{-4} Ω.m احسب طول الجزء اللازم استخدامه من هذا السلك كمضاعف للجهد **[1.5 m]**

****

رابعا : الأميتر و الفولتميتر معا

٤١- جلفانومتر مقاومة ملفه 5 Ω يقيس تيار أقصى شدة لـه 20 mA احسب أقصى تيار يمكن أن يقيسه إذا وصل بمجزئ تيار مقاومته 0.1 Ω ثم احسب مقدار مضاعف الجهد الذي يوصل بالجلفانومتر ليعمل كفولتميتر يقيس فرق جهد قدره 5V. **[1.02A , 245Ω]**

****

٤٢- جلفانومتر مقاومة ملفه 40 Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه بمرور تيار شدته 5 mA وضح كيف يمكن تحويله لقياس :

❶ تيار كهربي شدته أقصاها 10 A **[توصل مقاومة 0.02 Ω على التوازي]**

❷ فرق جهد أقصاه 10 V **[توصل مقاومة 1960 Ω على التوالي]**

****

٤٣- جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 4 Ω وأقصى تيار يتحمله 1 mA وصل ملفه بمقاومة على التوازي مقدارها 1 Ω ليكونا معا جهاز واحد ثم وصل هذا الجهاز على التوالي بمقاومة مقدارها 999.2 Ω ليكونا فولتميتر احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الفولتميتر. **[5V]**

****

٤٤- جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه 18Ω احسب :

❶ قيمة مقاومة مجزئ التيار التي تسمح بمرور ثلث التيار الكلي في ملف الجلفانومتر **[9 Ω]**

❷ قيمة مضاعف الجهد التي تجعل الجلفانومتر صالحا لقياس فرق جهد يساوي 10 أمثال فرق الجهد بين طرفيه **[162Ω]**

****

٤٥- جلفانومتر مقاومة ملفه 40 Ω يقيس شدة تيار أقصاها 20 mA أوجد مقاومة مجزئ التيار اللازم لتحويله إلى أميتر يقيس شدة تيار أقصاها 100 mA وإذا وصل ملف الجلفانومتر بمضاعف جهد مقاومته 210 Ω احسب أقصى فرق جهد يمكن قياسه . **[10Ω , 5V]**

****

٤٦- جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته 50 Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه عندما يمر به تيار شدته 0.5A كيف يمكن تحويله بحيث يقيس :

❶ فروق في الجهد أقصاها 200 V **[توصل مقاومة 350 Ω على التوالي]**

❷ تيار كهربي شدته 2A **[توصل مقاومة 16.6 Ω على التوازي]**

****

٤٧- جلفانومتر مقاومة ملفه 80 Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه بمرور تيار كهربي شدته 10mA احسب :

❶ مقاومة المجزئ اللازم توصيله في ملف الجلفانومتر حتى يمكنه من قياس تيار شدته 10 A **(0.08 Ω)**

❷ مقاومة مضاعف الجهد اللازم توصيله مع ملف الجلفانومتر حتى يمكنه قياس فرق جهد قدره 10 V **(920 Ω)**

****

٤٨- فولتميتر مقاومته 500 Ω ومقياسه مدرج إلى 10 أقسام يدل كل قسم منها على 0.1V اشرح كيف يمكن استخدامه :

❶ كفولتميتر يدل كل قسم فيه على 1V **[على التوالي 4500 Ω]**

❷ كأميتر يستخدم لقياس تيار أقصى شدة له 200 mA **[على التوازي 5.005 Ω]**

****

٤٩- جلفانومتر مقاومته 50 Ω تنحرف أبرته الى نهاية مقياسه إذا أمر به تيار شدته 0.002 A استخدم كفولتميتر بتوصيله على التوالى بمقاومة مضاعفة الجهد قيمتها 450 Ω احسب دلالة انحرافه الكلى بالفولت . وإذا استخدم الجلفانومتر كأميتر بتوصيله على التوازى بمجزئ للتيار مقاومته 0.1 Ω فاحسب دلالته بالأمبير . **[1.002 A – 1V]**

****

٥٠- جلفانومتر مقاومة ملفه 0.1 Ω يقيس شدة تيار كهربي أقصاها 20 mA ، ما هي التعديلات التي تقترحها لتحويل الجلفانومتر إلى :

❶ أميتر لقياس شدة تيار كهربي أقصاها 1 A **[يوصل معه على التوازي مقاومة 0.002 Ω]**

❷ فولتميتر يقيس فرق جهد أقصاه 10 V **[يوصل معه على التوازي مقاومة 499.9 Ω]**

****

٥١- جلفانومتر مقاومة ملفه 0.1Ω يتطلب انحرافه إلى نهاية تدريجه مرور تيار شدته 1mA احسب:

❶ مقاومة مجزئ التيار اللازمة لتحويله إلى أميتر النهاية العظمى لتدريجه 5A [2×10^{-5} Ω وتوصل على التوازي]
❷ المقاومة المضاعفة للجهد اللازمة لتحويله إلى فولتميتر يقيس فرق جهد أقصاه 25V [24999.9 Ω وتوصل على التوالي]

****

٥٢- ✍ جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه 50 Ω وأقصى تيار يتحمله 0.04 A وصلت على التوازي مع ملفه مقاومة قدرها 5 Ω فما أقصى تيار يمكن قياسه ؟ وإذا وصلت نفس المقاومة على التوالي مع ملفه فما أقصى فرق جهد يمكن قياسه؟
[0.44 A , 2.2 V]

****

٥٣- ✍ جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 33 Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه بتيار شدته 0.01 A كيف تستخدمه :
❶ كأميتر يقيس تيارات حتى 1A
❷ كفولتميتر يقيس فروق في الجهد حتى 5 V
[467 Ω – 1/3 Ω]

****

خامسا : الأوميتر

٥٤- ✍ مللي أميتر مقاومته 4 Ω وأقصى تيار يتحمله ملفه 16 mA يراد تحويله إلى أوميتر باستخدام عمود كهربي قوته الدافعة الكهربية 1.5 V ومقاومته الداخلية 1.75 Ω احسب قيمة المقاومة العيارية اللازمة والمقاومة الخارجية التي تجعل مؤشره ينحرف إلى 10 mA وكذلك شدة التيار المار به إذا وصل بمقاومة خارجية مقدارها 300 Ω
[3.8×10^{-3} A ، 56.25Ω ، 88Ω]

****

٥٥- ✍ جلفانومتر مقاومة ملفه 250 Ω ينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج عند مرور تيار شدته 400 μA يتصل بعمود كهربي قوته الدافعة الكهربية 1.5 V ومقاومة ثابتة 3000 Ω ومقاومة متغيرة Rv
أوجد: ❶ قيمة المقاومة المأخوذة من المقاومة المتغيرة ليتم تحويل الجلفانومتر إلى أوميتر **[500 Ω]**
❷ قيمة المقاومة التي إذا وصلت بطرفي الأوميتر تجعل المؤشر ينحرف إلى ربع تدريجه **[11250 Ω]**

****

٥٦- أوميتر ينحرف مؤشره الى ربع تدريجه عندما توصل معه مقاومة 300 Ω احسب المقاومة التى تجعل مؤشره ينحرف الى سدس تدريجه . **[500 Ω]**

****

٥٧- ✍ جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 50 Ω وينحرف مؤشره الى نهاية تدريجه إذا مر بالجهاز تيار شدته 40 mA ، يراد استخدامه كأوميتر بتوصيله بمقاومة عيارية ، وبطارية قوتها الدافعة الكهربية 3 V (مقاومتها الداخلية مهملة) احسب كل من
(أ) قيمة المقاومة العيارية المستخدمة . **[25 Ω]**
(ب) قيمة المقاومة الخارجية التى تجعل المؤشر ينحرف الى ربع التدريج . **[225 Ω]**

****

٥٨- ✍ أوميتر مقاومة دائرته 3750 Ω وأقصى تيار يمكن أن يمر خلاله 400 μA احسب قيمة المقاومة الخارجية التى تجعل مؤشره ينحرف الى منتصف تدريجه . **[3750 Ω]**

****

٥٩- 📄 أوميتر يتكون من أميتر ومقاومة عيارية وبطارية 6 V ينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج عندما يمر به تيار شدته 1mA تلامس نهايتيه فانحرف مؤشره إلى أقصى التدريج احسب قيمة المقاومة التي توصل مع نهايتيه فتجعل المؤشر ينحرف إلى : ❶ نصف التدريج ❷ ربع التدريج ❸ ثلاثة أرباع التدريج
من النتائج التى حصلت عليها اذا اضيف تدريج بالأومات الى تدريج الأميتر فما هى قيم المقاومات التى تظهر عند المواضع السابقة لمؤشر الأميتر . **[2000 Ω - 18000 Ω - 6000 Ω]**

****

٦٠- ✍ أميتر مقاومته 50 Ω يصل مؤشره إلى نهاية تدريجه إذا مر به تيار شدته 0.01 A فإذا أريد تحويله إلى أوميتر فما مقدار المقاومة العيارية التي يجب استخدامها علما بأن القوة الدافعة الكهربية للعمود 1.5 V ومقاومته الداخلية مهملة وما مقدار المقاومة التي عند قياسها بهذا الأوميتر تجعل المؤشر ينحرف إلى تدريج يقابل 0.005 A **[150 Ω ، 100 Ω]**

****

٦١- ✍ مللي أميتر مقاومة ملفه 4 Ω وأقصى تيار يتحمله ملفه 30 mA يراد تحويله إلى أوميتر باستخدام عمود جاف قوته الدافعة الكهربية 1.5 V ومقاومته الداخلية 1 Ω احسب:
❶ قيمة المقاومة العيارية اللازمة **[45 Ω]**
❷ قيمة المقاومة الخارجية التي تجعل مؤشر المللى أميتر ينحرف إلى 10 m A **[100 Ω]**

٦٢- ✍ جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تيار يزيد عن 10 mA وكانت مقاومة ملفه 19.1 Ω أوجد مقدار المقاومة اللازمة لتعديل الجهاز ليصبح صالحا للاستعمال :

❶ كأميتر يقيس تيارات حتى 1 A **[0.193 Ω]**

❷ كفولتميتر لقياس فرق جهد أقصاه 5 V **[480.9 Ω]**

❸ كأوميتر لقياس مقاومات أقصاها 10 Ω باستخدام عمود 1.5 V موضحا طريقة التوصيل **[120.9 Ω]**

****

٦٣- ✍ ميكرو أميتر مقاومته 250 Ω أقصى تيار يقيسه 400 μA . تتصل معه على التوالي مقاومة ثابتة 3000 Ω و كذلك مقاومة متغيرة مداها 6560 Ω و عمود جاف قوته الدافعة 1.5 V استخدم كأوميتر لقياس مقاومة مجهولة أحسب :

١- المقاومة الكلية التي تجعل المؤشر ينحرف لنهاية التدريج **[3750 Ω]**

٢- قيمة المقاومة التي تأخذ من الريوستات **[500 Ω]**

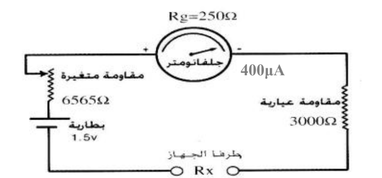
٣- قيمة المقاومة التي تجعل المؤشر ينحرف إلى نصف التدريج **[3750 Ω]**

٤- قيمة المقاومة التي تجعل المؤشر ينحرف إلى 100 μA . **[11250 Ω]**

٥- قيمة المقاومة التي تجعل المؤشر ينحرف إلى 1/5 التدريج . **[15000 Ω]**

****

٦٤- ✍ مستعينا بدائرة الأوميتر الداخلية الموضحة في الشكل وما عليها من بيانات وضح الغرض من وجود المقاومة المتغيرة 6565 Ω مع استنتاج القيمة المطلوبة منها لتحقيق هذا الغرض .



[ضبط المؤشر على أقصى تيار قبل الاستخدام (معايرة الأوميتر) ، وقيمتها هى 500 Ω]

****

٦٥- فى الشكل المقابل

أضيف تدريج الأومات الى تدريج الأميتر فإذا كانت المقاومة الداخلية الكلية للأوميتر 3750 Ω وأقصى قيمة لشدة التيار 400μA

(أ) احسب قيمة المقاومات R_3 , R_2 , R_1

(ب) ماذا تتوقع أن تصبح عليه قيمة المقاومة R_4 ؟ ولماذا ؟

[1250 Ω , 3750 Ω , 11250 Ω]

****

٦٦- يبين الشكل المقابل

أقسام متساوية على تدريج جهاز الأوميتر ، استخدم البيانات المدونة لإيجاد :

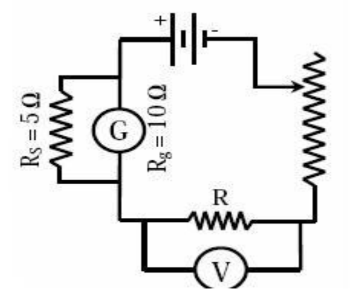
(أ) مقاومة الأوميتر . **[3000 Ω]**

(ب) القوة الدافعة للعمود الكهربى فى الأوميتر . **[1.5 V]**

****

سادسا : العلاقات البيانية

٦٧- ✍ في تجربة لتعيين قيمة مقاومة مجهولة R باستخدام الدائرة الموضحة بالشكل حصلنا على القراءات الآتية : ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد V بين طرفي المقاومة R على المحور الرأسي ، شدة التيار I المار في المقاومة R على المحور الأفقي



قراءة الفولتميتر (V) بالفولت	6	12	18	24	30
قراءة الجلفانومتر (G) بالمللي أمبير	100	200	300	400	500

(أ) من الرسم أوجد:

a. قيمة المقاومة R **[20Ω]**

b. شدة التيار بالأمبير المار في المقاومة R عندما يكون فرق الجهد بين طرفيها 10V **[0.5A]**

٦٨- النتائج الآتية سجلت لبيان العلاقة بين مقاومة مجزئ التيار (R_S) وشدة التيار المار في المجزئ (I_S) عند تحويل جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 50 Ω لأميتر.

R_S (Ω)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.1
I_S (A)	10	5	3.33	2.5	2	1

(أ) أرسم العلاقة البيانية بين (R_S) على المحور الرأسى ، و ($\frac{1}{I_S}$) على المحور الأفقى .

(ب) من الرسم أوجد:

a. أقصى شدة تيار يقيسه الجلفانومتر الحساس I_g **[2×10^{-3} A]**

b. أقصى شدة تيار يقيسه الأميتر عند توصيل الجلفانومتر بمجزئ تيار قيمته 0.01 Ω **[10.002 A]**

****

٦٩- الجدول التالي يوضح النتائج التى حصلنا عليها عند إيجاد العلاقة بين مقاومة مضاعف الجهد (R_m) والفرق بين أقصى فرق جهد يقيسه قبل وبعد توصيل مقاومة مضاعف الجهد ($V - V_g$) :

R_m (Ω)	150	300	450	600	750
($V - V_g$) (V)	3	6	9	12	15

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين (R_m) على المحور الرأسى ، ($V - V_g$) على المحور الأفقى .

(ب) من الرسم أوجد :

١- أقصى تيار يقيسه الفولتميتر قبل توصيل مضاعف الجهد . **[20×10^{-3} A]**

٢- إذا كان أقصى فرق جهد يتحمله ملف الفولتميتر قبل توصيل مضاعف الجهد V 1 فكم تكون مقاومة ملف الجلفانومتر . **[50 Ω]**

****

٧٠- ✍ جلفانومتر حساس يمكنه قياس شدة تيار أقصاه (I_g) ، وصلت معه عدة مقاومات مضاعفة للجهد (كل على حدة) لتحويله الى فولتميتر .

يسجل الجدول التالى أقصى فرق جهد يقيسه الفولتميتر (V) بالفولت ، والمقاومة الكلية للفولتميتر (R) بالأوم .

V (بالفولت)	100	150	200	250	300
R (بالأوم)	500	750	1000	1250	1500

(أ) أرسم العلاقة البيانية بين (V) على المحور الرأسى ، و (R) على المحور الأفقى .

(ب) من الرسم البيانى ، أوجد مدى قياس الجلفانومتر (I_g) **[0.2 A]**

****

٧١- فى تجربة لتعيين مقاومة مجهولة (R) باستخدام الدائرة الموضحة بالشكل حصلنا على القراءات الآتية :

قراءة الأميتر (A) بالأمبير	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
قراءة الجلفانومتر (G) بالمللى أمبير	0.16	0.32	0.48	0.64	0.8

+ −
R
A
R_g = 0.1 Ω
G
R_m = 4999.9 Ω

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار (I) المار بالمقاومة R على المحور الأفقى ، فرق الجهد (V) بين طرفيها على المحور الرأسى .

(ب) من الرسم أوجد قيمة المقاومة R **[8 Ω]**

****

الحث الكهرومغناطيسى

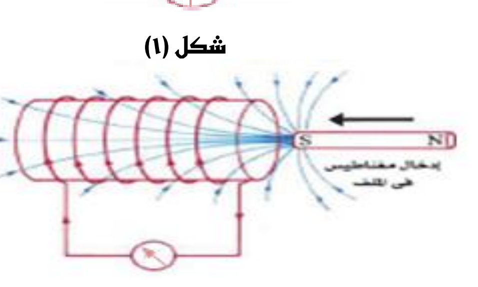
◈ درسنا فى الفصل السابق اكتشاف أورستد للتأثير المغناطيسى للتيار الكهربى وتولد مجال مغناطيسى حول موصل يمر به تيار كهربى .

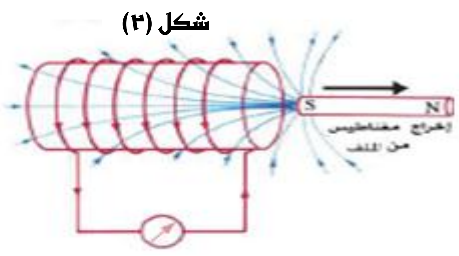
◈ بعد هذا الاكتشاف أثبت العالم فاراداى إمكانية حدوث العكس أى تولد تيار كهربى فى موصل عند تغير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى يقطعها ، وهو ما أطلق عليه **الحث الكهرومغناطيسى** .

الحث الكهرومغناطيسى

" ظاهرة تولد قوة دافعة كهربية مستحثة وكذلك تيار كهربى مستحث فى موصل نتيجة تغير الفيض المغناطيسى الذى يقطعه الموصل . "

تجربة فاراداي: لتوضيح الحث الكهرومغناطيسى


شكل (١)



شكل (٢)

شكل (٣)

الغرض من التجربة

توليد تيار كهربى مستحث فى ملف .

الخطوات والملاحظة

❶ إعداد ملف من سلك من النحاس لفاته معزولة عن بعضها البعض ، وتوصيل طرفي الملف بجلفانومتر حساس صفر تدريجه في المنتصف (شكل ١) .

❷ إدخال مغناطيس داخل الملف .

الملاحظة : ينحرف مؤشر الجلفانومتر لحظيًا في اتجاه معين (شكل ٢) .

❸ إخراج المغناطيس من الملف .

الملاحظة : ينحرف مؤشر الجلفانومتر لحظيًا في الاتجاه المضاد (شكل ٣)

❹ عند تثبيت المغناطيس و تحريك الملف نحو المغناطيس أو بعيدًا عنه .

الملاحظة : نلاحظ نفس الملاحظات السابقة .

الاستنتاج

تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة وكذلك تيار كهربى مستحث فى الملف نتيجة لقطع لفات الملف خطوط الفيض المغناطيسي أثناء حركة المغناطيس و يتوقف اتجاه التيار المستحث على :

❶ اتجاه حركة المغناطيس ❷ اتجاه الفيض المغناطيسي المؤثر.

◈ **ماذا يحدث : عند إدخال مغناطيس داخل ملف متصل بجلفانومتر حساس ثم استقراره داخل الملف .**

ينحرف مؤشر الجلفانومتر لحظيًا عند الإدخال لتولد emf مستحثة فى المف نتيجة تغير الفيض المغناطيسى ثم ينعدم هذا التغير فيعود المؤشر للصفر .

التيار المستحث

" هو التيار الكهربى المتولد فى موصل عند لحظة تعرضه لتغير الفيض المغناطيسى الذى يقطعه "

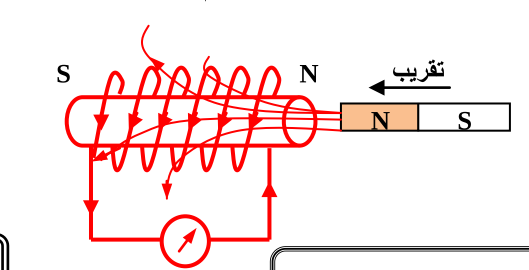
◈ **قاعدة لنز :**

***الاستخدام :** تحديد اتجاه التيار المستحث المتولد في الملف عند تغير الفيض المغناطيسى الذى يقطعه الملف .

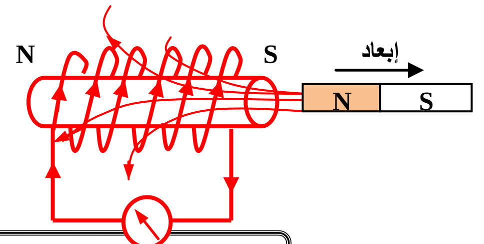
***نص القاعدة :** يكون اتجاه التيار الكهربي المستحث في ملف بحيث يعاكس التغير في الفيض المغناطيسى المسبب له .

***التفسير :**

عند تقريب قطب شمالي (N) لمغناطيس من ملف ، يمر تيار مستحث فى الملف فى الاتجاه الموضح بالرسم بحيث يتكون عند طرف الملف الأقرب للمغناطيس قطبًا شماليًا (N) يتنافر مع القطب الشمالى للمغناطيس ويقاوم حركة التقريب .



عند إبعاد القطب الشمالي (N) عن الملف ، يمر تيار مستحث فى الملف فى الاتجاه الموضح بالرسم بحيث يتكون عند طرف الملف الأقرب للمغناطيس قطبًا جنوبيًا (S) يتجاذب مع القطب الشمالى للمغناطيس ويقاوم حركة الإبعاد .



لاحظ أن

◈ عند تقريب المغناطيس من الملف فإن الأقطاب دائما تتشابه ، وعند إبعاد المغناطيس عن الملف فإن الأقطاب دائما تختلف .

أمثلة محلولة

١- (ث.ع ، أوليمبياد ٢٠٠٨) في الشكل الموضح بالرسم :
مغناطيسان متشابهان يسقطان سقوطاً حرًا من نفس الارتفاع على حلقتين من الحديد إحداهما مفتوحة والأخرى مغلقة أي المغناطيسين يصل إلى الأرض أولا ؟ فسر إجابتك

الحل

يصل المغناطيس في الشكل A أولاً إلى سطح الأرض لأن في الحالة B الحلقة مغلقة فتتولد قوة دافعة مستحثة تؤدى لتكون قطب مشابه (شمالى) على الوجه المقابل للمغناطيس فيحدث معه تنافر مما يسبب بطء الحركة في الشكل B

****

٢- في الشكل التالي
أ- حدد اتجاه التيار المستحث في المقاومتين ab ، cd عند حركة المغناطيس ناحية اليمين .
ب- ماذا يحدث لمؤشر الجلفانومتر في :-
١- زيادة حركة المغناطيس ناحية اليمين .
٢- تحرك المغناطيس ناحية اليسار .

الحل

أ- من a الى b ومن d الى c .

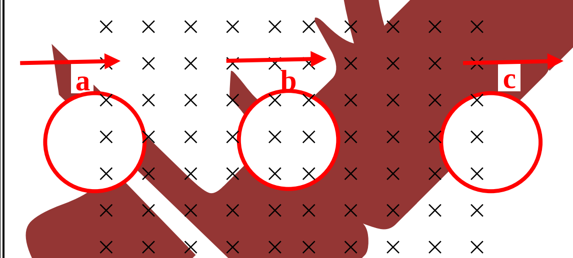
ب-

١- يزداد انحراف المؤشر عن الحالة الأولى لزيادة القوة الدافعة الكهربية المستحثة لزيادة التغير في الفيض .

٢- ينعكس اتجاه المؤشر لانعكاس اتجاه القوة الدافعة الكهربية المستحثة لانعكاس التغير في الفيض .

****

٣- حلقة معدنية كما هو موضح بالشكل سوف يتم إدخالها ببطء بحيث تكون عمودية على مجال مغناطيسى اتجاهه لداخل الصفحة :
❶ أى الاوضاع لا يتكون فيها قوة دافعة كهربية لحظية (الوضع a – الوضع b – الوضع c) ولماذا ؟
❷ حدد اتجاه التيار المستحث في هذه الحلقة في جميع الاوضاع؟ واذكر اسم القاعدة المستخدمة



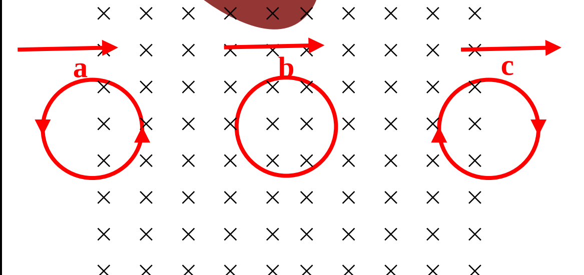
الحل

❶ في الوضع (b) لن يتكون فيها قوة دافعة كهربية لثبوت الحلقة وعدم قطعها لخطوط الفيض .

❷ سوف نستخدم قاعدة لنز لتحديد اتجاه التيار المستحث في الحلقة في الوضعين a , c

في الوضع a

سوف يكون اتجاه التيار الكهربي المستحث في الحلقة بحيث يعاكس الزيادة في الفيض المغناطيسى فيتكون عند مركز الحلقة فيض عمودى للخارج فيكون اتجاه التيار المتولد في الحلقة في اتجاه عكس عقارب الساعة .



في الوضع c

سوف يكون اتجاه التيار الكهربي المستحث في الحلقة بحيث يعاكس النقص في الفيض المغناطيسى فيتكون عند مركز الحلقة فيض عمودى للداخل فيكون اتجاه التيار المتولد في الحلقة في اتجاه عقارب الساعة .

****

استنتاج قانون فاراداى

❶ يتناسب مقدار القوة الدافعة المستحثة (emf) طرديًا مع المعدل الزمنى الذى يقطع به الملف خطوط الفيض[المعدل الزمني للتغير في الفيض] :

$$\therefore emf \alpha \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} ----(1)$$

❷ يتناسب مقدار القوة الدافعة المستحثة (emf) طرديًا مع عدد لفات الملف الذى يقطع خطوط الفيض

$$emf \ \alpha \ N -----(2)$$

❸ وإذا اتخذ الفيض المغناطيسى بوحدة وبر

$$\therefore emf = -N\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

قانون فاراداى للحث الكهرومغناطيسى

❹ الإشارة السالبة في قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي تدل على أن اتجاه القوة الدافعة المستحثة وكذلك اتجاه التيار المستحث يعاكس التغير المسبب له (تبعًا لقاعدة لنز) .

قانون فاراداى

" القوة الدافعة المستحثة المتولدة في ملف بالحث الكهرومغناطيسي تتناسب طرديًا مع المعدل الزمني الذي يقطع به الملف خطوط الفيض المغناطيسي ، وكذلك مع عدد لفات الملف ".

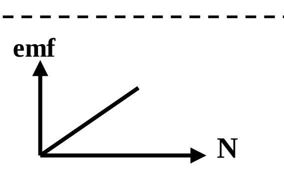
❺ يقاس متوسط القوة الدافعة الكهربية المستحثة بوحدة الفولت ، ويقاس التغير في الفيض الكلى ($\Delta\Phi_m$) الذى يخترق الملف بوحدة الوبر (Wb) وتكافئ فولت. ثانية (V.s)

$$\Delta \phi_m = \frac{emf . \Delta t}{N}$$

الوبر

" الفيض المغناطيسي الذي يخترق عموديًا لفة واحدة من ملف وعندما يتلاشى تدريجيًا بانتظام خلال ثانية واحدة يتولد في الملف قوة دافعة كهربية مستحثة مقدارها واحد فولت " .

العوامل التي تتوقف عليها مقدار القوة الدافعة المستحثة e.m.f المتولدة في ملف

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
(١) المعدل الزمنى الذى يقطع به الملف الفيض المغناطيسى $\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$ " علاقة طردية "	emf / $\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$	$emf = -N\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$ $\therefore slope = \frac{emf}{\Delta \phi_m / \Delta t} = N$
(٢) عدد لفات الملف (N) " علاقة طردية "		$emf = -N\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$ $\therefore slope = \frac{emf}{N} = \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

ملاحظات هامة لحل المسائل

❶ تأخذ $\Delta\phi$ أربعة أشكال :-

$\Delta\phi_m = \phi_{m2} - \phi_{m1}$ أو $\Delta\phi_m = \Delta B \ A \sin\theta$ أو $\Delta\phi_m = B \ \Delta A \sin\theta$ أو $\Delta\phi_m = B \ A \ \Delta \sin\theta$

❷ يمكن حساب شدة التيار للملف من العلاقة الآتية: $I = \frac{emf}{R}$ حيث R هى المقاومة المكافئة فى الدائرة .

❸ **إذا ذكر فى المسألة الحالات التالية :-**
عند دوران الملف ربع دورة ابتداء من الوضع العمودي على المجال خلال زمن (Δt) ثانية . أو دار الملف بزاوية (90°) أو تلاشى الفيض أو نزع الملف أو عند تأثر الملف بمجال مغناطيسي عمودي على مستواه ثم أبعد الملف فجأة . أو أصبح الملف موازيًا للفيض .

فيكون :- الفيض المغناطيسي قبل = ϕ ، والفيض المغناطيسي بعد = 0

∴ التغير في الفيض المغناطيسي (Δϕ) : $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = (0-\phi) = -\phi$

$$emf = -\frac{N\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{N(-\phi)}{\Delta t} = \frac{N\phi}{\Delta t} = \frac{NAB}{\Delta t}$$

❹ **إذا ذكر فى المسألة الحالات التالية :-**
عند دوران الملف نصف دورة . أو دار الملف بزاوية (180°) أو قلب الملف ابتداء من الوضع العمودي على المجال خلال فترة زمنية (Δt) أو عُكس اتجاه الفيض .

فيكون: الفيض المغناطيسي قبل قلب الملف = ϕ ، والفيض المغناطيسي بعد قلب الملف = ϕ −

∴ التغير في الفيض المغناطيسي Δϕ يحسب كالآتي : $\Delta\phi = (\phi_2 - \phi_1) = (-\phi - (\phi)) = -2\phi$

∴ متوسط القوة الدافعة المستحثة يحسب كالآتي:

$$emf = -\frac{N\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{N(-2\phi)}{\Delta t} = \frac{2NAB}{\Delta t}$$

❺ **إذا ذكر فى المسألة الحالات التالية :-**
(أ) عندما يدور الملف 270 درجة او ثلاثة ارباع دورة فان :- Δ ϕ = ϕ
(ب) عندما يدور الملف 360 درجة او دورة كاملة فان:- Δ ϕ = zero

❻ **- يمكن حساب الشحنة (Q) التي تمر خلال الملف في جميع الحالات السابقة وذلك عندما يكون الزمن (Δt) غير معلوم :**

$$emf = -N\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t} = -RI \Leftrightarrow -N\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t} = -R\frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow N\Delta\Phi_m = R\Delta Q$$

❼ **فى مسائل هوائى السيارة :**
لكى يمر تيار مستحث فى هوائي السيارة (الأريال) يجب ان يذكر بالمسألة ان السيارة تتحرك شرقًا أو غربًا حتى تستطيع ان تقطع خطوط المركبة الأفقية لمجال الأرض حتى تصبح $\theta = 90^o$

❽ **فى مسائل مروحة السقف :**
تتحرك المروحة فى مستوى أفقي لذلك يتم حساب ق.د.ك المتولدة فى الريشة الواحدة من العلاقة :

$$emf = -N\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t} = -\frac{BA}{T} = -BAf$$

حيث : N = 1 ، B هى المركبة الرأسية لمجال الأرض ، A المساحة التى تمسحها الريشة وتساوى (πr^2) ، r هو طول الريشة ، ، T هو الزمن الدورى ، f التردد ويساوى عدد الدورات فى الثانية .
مع ملاحظة ان محصلة ق.د.ك لكل ريشتين متقابلتين = صفر .

❾ **فى مسائل ساعة الحائط :-**
عقرب الثواني يدور فى مستوى رأسي ويتم حساب ق.د.ك المتولدة فى ساعة الحائط من العلاقة :

$$emf = -N\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t} = -\frac{BA}{T} = -BAf$$

حيث : طول العقرب = نصف قطر المسار r ، ويكون Δt = 60 sec. , ويكون N = 1 ،
B هو المركبة الأفقية لمجال الأرض .

مع ملاحظة : انه يجب ان تكون ساعة الحائط معلقة على حائط رأسي من الشرق للغرب حتى تقطع خطوط الفيض ، أما إذا كانت معلقة على حائط رأسي من الشمال للجنوب فتصبح موازية للخطوط الفيض المغناطيسى للأرض وبالتالى تكون emf = 0

❿ **فى حالة ملف دائريان متداخلان فأن :-**

$$emf)_2 = -N_2\frac{B_1A_2}{\Delta t}$$

أمثلة محلولة

١- ملف حلزوني عدد لفاته 200 لفة مساحة مقطع كل منها $2\ cm^2$ موضوع عموديًا على مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.6T احسب مقدار ق.د.ك المستحثة المتولدة فيه عندما : ❶ تزداد كثافة الفيض المغناطيسي إلى 0.8T في 2 مللي ثانية
❷ تقل كثافة الفيض المغناطيسي إلى 0.4T في 0.2 مللي ثانية
❸ ينعدم المجال في 0.1 ثانية ❹ يقلب الملف في 0.1 ثانية

الحل

❶ $emf = -\dfrac{N(\phi_2-\phi_1)}{\Delta t} = -\dfrac{NA(B_2-B_1)}{\Delta t} = -\dfrac{200\times 2\times 10^{-4}(0.8-0.6)}{2\times 10^{-3}} = -4V$

❷ $emf = -\dfrac{NA(B_2-B_1)}{\Delta t} = -\dfrac{200\times 2\times 10^{-4}(0.4-0.6)}{0.2\times 10^{-3}} = 40V$

❸ $emf = \dfrac{NAB}{\Delta t} = \dfrac{200\times 2\times 10^{-4}\times 0.6}{0.1} = 0.24V$

❹ $emf = \dfrac{2NAB}{\Delta t} = \dfrac{2\times 200\times 2\times 10^{-4}\times 0.6}{0.1} = 0.48V$

****

٢- أثبت أن: متوسط القوة الدافعة المستحثة المتولد في ملف خلال ربع دورة = متوسط القوة الدافعة المستحثة المتولدة خلال نصف دورة بفرض أن الملف بدء الدوران من الوضع العمودي على المجال ؟

الحل

$\because emf_1 = -\dfrac{NAB}{\Delta t_1} -----(1)$ حيث أن Δt_1 زمن دوران الملف $\frac{1}{4}$ دورة

$\because emf_2 = -\dfrac{2NAB}{\Delta t_2} -----(2)$ حيث أن Δt_2 زمن دوران الملف $\frac{1}{2}$ دورة

$\because \Delta t_2 = 2\,\Delta t_1$

$\therefore emf_2 = -\dfrac{2NAB}{2\Delta t_1} = -\dfrac{NAB}{\Delta t_1} -----(3)$

من المعادلتين ١ ، ٣ نجد أن: $emf_1 = emf_2$

****

٣- ملف دائرى كبير مكون من 7 لفات نصف قطره 11سم ويمر به تيار كهربى I وضع فى مركزه ملف صغير مقاومته 50 اوم مكون من 10 لفات مساحته 5 سم² فاذا قلِّب الملف الكبير يمر فى الملف الصغير شحنة كهربية 20 نانو كولوم احسب شدة التيار المار فى الملف الكبير $(\mu = 4\pi\times 10^{-7}\ wb/A.m)$



$emf_{صغير} = -\dfrac{N_{صغير}\,\Delta\phi_m}{\Delta t}$

$\dfrac{\Delta Q_{صغير}}{\Delta t} R_{صغير} = -N_{صغير}\dfrac{-2B_{كبير}\,A_{صغير}}{\Delta t}$

$\Delta Q_{صغير}\,R_{صغير} = 2N_{صغير}\dfrac{\mu N_{كبير}\,I_{كبير}\,A_{صغير}}{2r_{كبير}}$

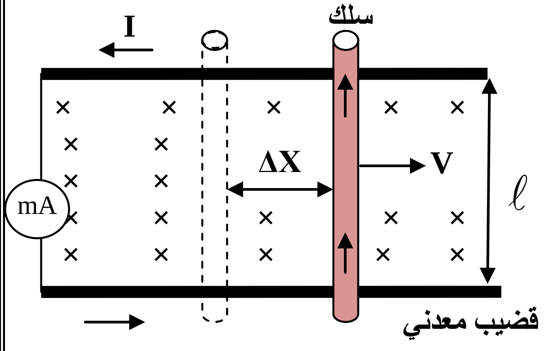
$\Delta Q_{صغير}\,R_{صغير} = N_{صغير}\dfrac{\mu N_{كبير}\,I_{كبير}\,A_{صغير}}{r_{كبير}}$

$I_{كبير} = \dfrac{\Delta Q_{صغير}\,R_{صغير}\,r_{كبير}}{N_{صغير}\,\mu\,N_{كبير}\,A_{صغير}} = \dfrac{20\times 10^{-9}\times 50\times 7\times 10^{7}\times 10^{4}}{10\times 4\times 22\times 7\times 5\times 0.22} = 2.5\ A$

القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى سلك مستقيم

◈ ☜ إذا وضع سلك مستقيم متحرك في مجال مغناطيسى يؤثر تغير الفيض المغناطيسى على الإلكترونات الحرة في السلك المتحرك فتندفع من أحد طرفيه الى الطرف الآخر وينشأ فرق في الجهد بين طرفي السلك وبذلك تتولد emf مستحثة بين طرفيه .

استنتاج emf المستحثة في سلك مستقيم



◈ عند تحريك سلك مستقيم طوله (ℓ) بسرعة (v) فى اتجاه عمودي على فيض مغناطيسى منتظم كثافته (B) " اتجاهه عمودي على الصفحة للداخل " كما بالشكل ، فإذا كانت الإزاحة الحادثة (ΔX) خلال زمن (Δt) :

$$\therefore emf = -\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -\frac{B\Delta A}{\Delta t} = -\frac{B.\ell.\Delta X}{\Delta t}$$

$$\because \frac{\Delta x}{\Delta t} = V \qquad \therefore emf = -B.\ell.V$$

، وإذا كان اتجاه السرعة يصنع زاوية θ مع الفيض المغناطيسى فإن

$$\therefore emf = -B.\ell.V\sin\theta$$

وإذا كان

* السلك يتحرك موازيًا للمجال المغناطيسى فإن :

$$emf = B.\ell.V\sin\theta = 0$$

أى تنعدم emf

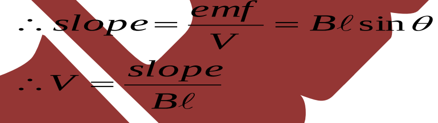
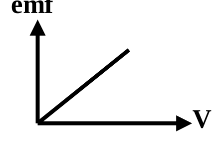
* السلك يتحرك عموديًا على المجال المغناطيسى فإن :

$$emf = B.\ell.V\sin 90 = B.\ell.V$$

أى تصبح emf قيمة عظمى

العوامل التي تتوقف عليها emf المستحثة في سلك مستقيم يقطع فيض مغناطيسي

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
(١) السرعة التى يتحرك بها السلك (V) " علاقة طردية "	emf – V	$emf = B\ell V\sin\theta$ $\therefore slope = \frac{emf}{V} = B\ell\sin\theta$ $\therefore V = \frac{slope}{B\ell}$
(٢) كثافة الفيض المغناطيسى (B) " علاقة طردية "	emf – B	$emf = B\ell V\sin\theta$ $\therefore slope = \frac{emf}{B} = \ell V\sin\theta$ $\therefore V = \frac{slope}{B\ell}$
(٣) طول السلك (ℓ) " علاقة طردية "	emf – ℓ	$emf = B\ell V\sin\theta$ $\therefore slope = \frac{emf}{\ell} = BV\sin\theta$ $\therefore V = \frac{slope}{B\ell}$
(٤) جيب الزاوية بين اتجاه سرعة السلك واتجاه الفيض المغناطيسى (sinθ) " علاقة طردية "	emf – sinθ	$emf = B\ell V\sin\theta$ $\therefore slope = \frac{emf}{\sin\theta} = B\ell V$ $\therefore V = \frac{slope}{B\ell}$

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة بين طرفي سلك متحرك يقطع عموديًا فيض مغناطيسي	لأن الفيض المغناطيسي يؤثر على الإلكترونات الحرة لذرات السلك المتحرك فتندفع من أحد طرفي السلك (ويصبح موجب الجهد) إلى الطرف الآخر (و يصبح سالب الجهد) فينشأ بين طرفي السلك فرق في الجهد وبذلك تتولد emf مستحثة بين طرفيه
٢	قد لا تتولد emf مستحثة بين طرفى سلك يتحرك فى فيض مغناطيسى .	لأن اتجاه حركة السلك يكون موازيًا للفيض المغناطيسى أى أن الزاوية بين اتجاه الحركة والفيض = صفر (لا يقطع خطوط الفيض) وتبعًا للعلاقة ($emf = B \ell V \sin\theta$) تنعدم emf المستحثة .
٣	تزداد emf المستحثة المتولدة فى ملف إذا كان قلبه مصنوع من الحديد المطاوع .	لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد عالى فيعمل على تركيز خطوط الفيض التى يقطعها الملف مما يزيد emf المستحثة .



◈ قاعدة اليد اليمنى لفلمنج:



*** الاستخدام :**

لتعيين اتجاه التيار الكهربي المستحث فى سلك مستقيم يتحرك عموديًا على فيض مغناطيسى .



*** نص القاعدة (طريقة الاستخدام)**

اجعل أصابع اليد اليمنى متعامدة بحيث يشير الإبهام لاتجاه حركة السلك ، والسبابة يشير لاتجاه الفيض المغناطيسى وعندئذ تشير باقي الأصابع لاتجاه التيار الكهربي المستحث .

ملاحظات لحل المسائل : من العلاقة $emf = - B L v \sin\theta$

بالنسبة للزاوية θ

أ- هى الزاوية الحادة بين اتجاه وسرعة حركة السلك والمجال المغناطيسى المنتظم .

ب- تكون = صفر اذا استخدم احد العبارات التالية

❶ سلك يتحرك عمودى على اتجاه الفيض

❷ سلك يتحرك عموديًا على اتجاه المركبة الأفقية للأرض

بالنسبة للسرعة V

١- لو قال سلك مستقيم طوله .... يدور حول محور عمودى عليه مثبت عند احد طرفيه فأن .

❶السرعة التى بهذا القانون سرعة خطية لذا يجب أن يعطى فى المسالة سرعة لنقطة معينة .

❷النقطة بطرف السلك الحر لكى تدور فان محيط الدوران يكون اكبر من نقطة فى منتصف السلك وتكاد تكون السرعة صفر عند النقطة التى تقع على العمودي والسلك وكلهم يقطعوا خطوط الفيض ولكن بسرعات مختلفة .

٢- فلو أعطى بالمسالة سرعة طرف السلك الحر مثلا 5 m/s

❶فسوف يكون هناك تدرج فى السرعات فنأخذ السرعة المتوسطة ويتم حسابها $\frac{5}{2}$ وتكون السرعة المتوسطة المفروض وضعها فى القانون هى 2.5m/s.

❷لو أعطى سرعة نقطة فى منتصف السلك 5 m/s فتكون هى السرعة التى نتعامل معها فى القانون

٣- فى مسائل عقرب يدور فى ساعة حائط ولم يحدد السرعة

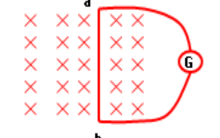
فتكون السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{X}{T}$

حيث المسافة (X) = طول محيط الدائرة ($2 \pi r$) حيث r :- نصف طول السلك



أمثلة محلولة

١ـ حدد اتجاه التيار المستحث فى السلك ab اذا كان السلك يتحرك الى يمين الصفحة

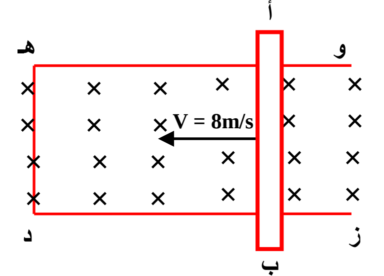


الحل

بتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليمنى نجد ان التيار يسرى من b الى a (الى أعلى) .

****

٢ـ قضيب معدني (و هـ د ز) على شكل حرف U لامسه ساق (أب) عمودي على(وهـ ، زد) وموازيًا للضلع (هـ د) وضع في مجال مغناطيسي عموديًا على مستوى الصفحة للداخل و كثافة فيضه 1 T فإذا كانت المسافة بين (هـ و ، د ز) = 50 cm احسب: ❶ ق د . ك إذا تحرك (أب) نحو (هـ د) بسرعة 8 m/s ❷ القوة المحركة للساق (أب) نتيجة مرور تيار كهربي إذا كانت مقاومة الدائرة (أب د هـ) 0.4 Ω



الحل

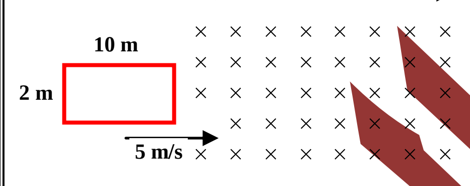
$$emf = B\ell V\sin\theta = 1\times\frac{50}{100}\times 8\times 1 = 4V$$

$$F = BI\ell\sin\theta = B\times\frac{emf}{R}\times\ell\times 1 = 1\times\frac{4}{0.4}\times\frac{50}{100}\times 1 = 5N$$

****

٣ـ الشكل المقابل

ملف مستطيل يدخل عموديًا على مجال مغناطيسى منتظم كثافته 0.5 T ثم يمر داخل المجال حتى يخرج من الطرف الاخر : المطلوب



- رسم علاقة بيانية بين الفيض المغناطيسى المار بالملف(Φ_m) على المحور الرأسى وزمن المرور (t) بالثواني على المحور الأفقي منذ لحظة بداية الدخول حتى لحظة بداية الخروج .
- على نفس الرسم البياني أرسم علاقة بين (emf) المتولدة بالفولت على المحور الرأسى وزمن المرور (t) على المحور الأفقي خلال نفس الفترات.

الحل

❶ سوف يتم تقسيم الزمن الى ثلاثة فترات :

الفترة الاولى : فترة الدخول : وفيها يتزايد الفيض المغناطيسى على الملف وتستغرق $t = \frac{X}{V} = \frac{10}{5} = 2\,\text{sec}$

الفترة الثانية : فترة الإمرار : وفيها يكون الفيض المغناطيسى ثابت على الملف وتستغرق $t = \frac{X}{V} = \frac{30}{5} = 6\,\text{sec}$

الفترة الثالثة : فترة الإخراج : وفيها يتناقص الفيض المغناطيسى على الملف وتستغرق $t = \frac{X}{V} = \frac{10}{5} = 2\,\text{sec}$

❷ الفيض المغناطيسى (Φ_m)

$$\Phi_m = B\ A\ \sin\theta = 0.5 \times (2 \times 10) \times 1 = 10 \text{ weber}$$

❸ القوة الدافعة المستحثة المتولدة (emf)

الفترة الاولى :

$$emf = -N\frac{\Phi_{m2} - \Phi_{m1}}{\Delta t} = -1\frac{10 - 0}{2 - 0} = -5V$$

الفترة الثانية :

$$emf = -N\frac{\Phi_{m2} - \Phi_{m1}}{\Delta t} = -1\frac{10 - 10}{8 - 2} = 0V$$

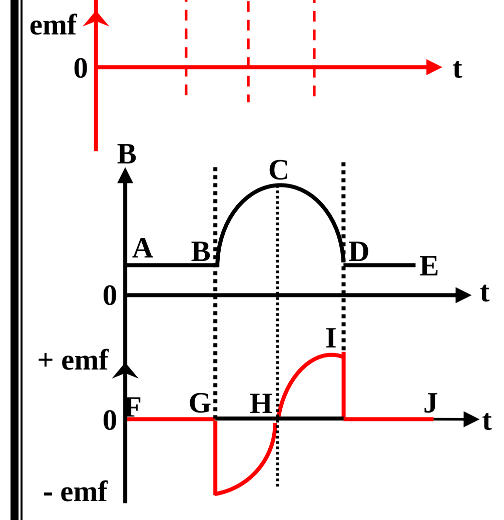
الفترة الثالثة :

$$emf = -N\frac{\Phi_{m2} - \Phi_{m1}}{\Delta t} = -1\frac{0 - 10}{10 - 8} = 5V$$

Φm (w)
10
0
2
8
10
t (sec)
emf (V)
5
0
2
8
10
t (sec)
– 5

١- ✍ إذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي B والتي تقطع الملف مع الزمن كما هو موضح بالشكل المقابل انقل الرسم إلى كراسة الإجابة وعلى نفس الرسم ارسم التغير في القوة الدافعة المستحثة emf مع الزمن والمتولدة في الملف بالحث





$$emf = -N\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t} = -N\frac{\Delta B.A}{\Delta t} \quad , where \quad N \quad , A = constant$$

$$\therefore emf \alpha - \frac{\Delta B}{\Delta t} \qquad \therefore emf \alpha - slope$$

B
C
A B D E
0 t
+ emf
I
F G H J
0 t
- emf

❶ الجزء AB والجزء DE يكون الميل = صفر وبالتالى تكون emf المتولدة = صفر كما فى الجزء FG , IJ

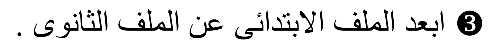
❷ الجزء BC يكون الميل موجب وبالتالى تكون emf المتولدة تبعًا لقانون فاراداى سالبة القيمة ويكون الميل سالب كما فى الجزء GH

❸ الجزء CD يكون الميل سالب وبالتالى تكون emf المتولدة تبعًا لقانون فاراداى موجبة القيمة ويكون الميل موجب كما فى الجزء HI .

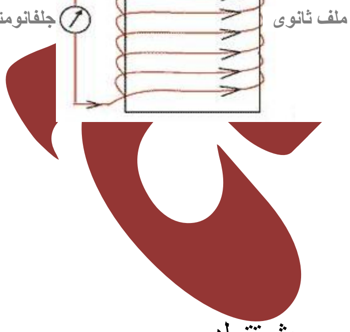
****

الحث المتبادل بين ملفين

◈ ☜ إذا وضع ملفان أحدهما داخل الآخر أو أحدهما بالقرب من الآخر فإن تغير شدة التيار الكهربى في أحدهما يولد قوة دافعة كهربية مستحثة في الملف الآخر ، يمكن التحقق من ذلك عمليًا من خلال التجربة التالية .



تجربة لدراسة الحث المتبادل بين ملفين



☜ **الخطوات والملاحظة**

❶ وصل ملف ببطارية ومفتاح وريوستات (الملف الابتدائى) ووصل ملف أخر بجلفانومتر حساس صفر تدريجه فى المنتصف (الملف الثانوى)

❷ اغلق دائرة الملف الابتدائى وقرب الملف الابتدائى من الملف الثانوى .

الملاحظة : ينحرف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معين.

❸ ابعد الملف الابتدائى عن الملف الثانوى .

الملاحظة : ينحرف مؤشر الجلفانومتر في الاتجاه المضاد .

❹ ثبت الملف الابتدائى داخل الملف الثانوى مع زيادة شدة التيار الكهربى المار فى الملف الابتدائى .

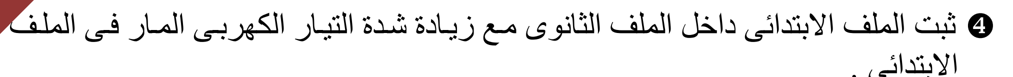
الملاحظة : ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى الملف الثانوى فى اتجاه معين .

❺ انقص شدة التيار المار فى الملف الابتدائى .

الملاحظة : ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى الملف الثانوى في الاتجاه المضاد .

☜ **الاستنتاج**

يمكن توليد قوة دافعة كهربية مستحثة وكذلك تيار مستحث فى ملف ثانوى بتأثير ملف أخر ابتدائي ، حيث تتولد :



قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية و تيار مستحث عكسي

عند زيادة شدة المجال المغناطيسى الناشئ عن الملف الابتدائى فيكون المجال المغناطيسى المستحث فى الملف الثانوى فى اتجاه مضاد ليقاوم الزيادة فى شدة المجال المغناطيسى المؤثر

قوة دافعة كهربية مستحثة طردية و تيار مستحث طردي

عند تناقص شدة المجال المغناطيسى الناشئ عن الملف الابتدائى فيكون المجال المغناطيسى المستحث فى الملف الثانوى فى نفس الاتجاه ليقاوم النقص فى شدة المجال المغناطيسى المؤثر .

حالات توليد emf مستحثة عكسية :
❶ أثناء تقريب أو إدخال الملف الابتدائى في الملف الثانوى .
❷ أثناء زيادة شدة التيار في الملف الابتدائى .
❸ عند غلق الدائرة الابتدائية أثناء وجود الملف الابتدائى داخل (أو قرب) الملف الثانوى .

حالات توليد emf مستحثة طردية :
❶ أثناء إبعاد أو إخراج الملف الابتدائى من الملف الثانوى .
❷ أثناء نقص شدة التيار في الملف الابتدائى .
❸ عند فتح الدائرة الابتدائية أثناء وجود الملف الابتدائى داخل (أو قرب) الملف الثانوى .

الحث المتبادل بين ملفين

" هو التأثير الكهرومغناطيسي الحادث بين ملفين متجاورين أو متداخلين يمر بأحدهما تيار متغير الشدة فيتأثر بـه الثانى ويتولد فيه تيار مستحث يقاوم التغير الحادث في الملف الأول ".

استنتاج معامل الحث المتبادل بين ملفين

◈ عند تغير شدة التيار فى الملف الابتدائى بمعدل زمنى ($\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$) يتولد فى الملف الثانوى $(emf)_2$ مستحثة تتناسب طرديًا مع معدل التغير فى الفيض المغناطيسى المار به :

$$(emf)_2 \alpha \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$$

$$\because \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \alpha \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \qquad \therefore (emf)_2 \alpha \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \qquad \therefore (emf)_2 = cons\tan t \times \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (emf)_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

ملاحظات

❶ M معامل الحث المتبادل بين ملفين وهو ثابت لملفين معينين إبتدائي وثانوي
❷ الاشارة السالبة تدل على أن اتجاه القوة الدافعة المستحثة وكذلك التيار المستحث المتولد في الملف الثانوي بحيث يقاوم التغير المسبب له حسب قاعدة لنز.

$$(emf)_2 = -N_2 \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$M = \frac{(emf)_2 . \Delta t}{\Delta I_1} = \frac{N_2 . \Phi_m}{I_1} = \mu \frac{N_1 . N_2 . A_2}{\ell_1}$$

☜ **وحدة قياس معامل الحث المتبادل :** الهنرى H وهو يكافئ
{ فولت.ثانية / أمبير V.S / A أو أوم. ثانية Ω.S أو وبر/أمبير web/A }

معامل الحث المتبادل بين ملفين (M)

" يقدر بمقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في أحد الملفين عند تغير شدة التيار المار في الملف الآخر بمعدل 1 أمبير كل ثانية ".

الهنرى

" معامل الحث المتبادل بين ملفين إذا تغيرت شدة تيار أحدهما بمعدل 1 أمبير كل ثانية يتولد بالحث بين طرفى الملف الآخر emf مستحثة مقدارها 1 فولت ".

📖 **ما معنى أن معامل الحث المتبادل بين ملفين = 0.5 هنري؟**

معنى ذلك أنه إذا تغيرت شدة تيار أحد الملفين بمعدل 1 أمبير كل ثانية يتولد بين طرفى الملف الآخر emf مستحثة = 0.5 فولت

العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث المتبادل بين ملفين

❶ معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (وجود قلب من الحديد داخل الملفين)
❷ حجم الملفين (طول الملف ، مساحة اللفة)
❸ المسافة الفاصلة بينهما .
❹ عدد لفات الملفين .

شرط حدوث الحث المتبادل بين ملفين

❶ وجود ملفين أحدهما ابتدائي والآخر ثانوى لهما محور واحد .
❷ أن يمر في الملف الابتدائى تيار متغير الشدة .
❸ أن تكون دائرة الملف الثانوى مغلقة

ملاحظات هامة

❶ عند تقريب مغناطيس من ملف يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس يتولد على الطرف القريب للملف قطب مشابه وعند ابعاده يتولد قطب مخالف .
❷ عند اغلاق دائرة كهربية مجاورة لملف يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس يتولد قطب مشابه وعند فتحها يتولد قطب مخالف .
❸ عند نقصان المقاومة في دائرة مجاورة لملف يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس يتولد قطب مشابه وعند زيادة المقاومة يتولد قطب مخالف .

مثال محلول

ملف رومكورف عدد لفات ملفه الإبتدائي 200 لفة يمر به تيار كهربي شدته 4 A وقلب الملف مصنوع من الحديد طوله 10 cm وقطره 3.5 cm ومعامل نفاذيته 0.002 wb/A.m فإذا انقطع التيار في الملف الإبتدائي في زمن 0.01 s احسب ❶ emf المتولدة في الملف الثانوي إذا كانت عدد لفاته 10^5 لفة . ❷ معامل الحث المتبادل بين الملفين .


الحل

$$M = \frac{(emf)_2.\Delta t}{\Delta I_1} = \frac{N_2.\Phi_m}{I_1} = \mu\frac{N_1.N_2.A_2}{\ell_1} = \mu\frac{N_1.N_2.\pi r^2}{\ell_1}$$

$$M = 0.002 \times \frac{200\times10^5\times22\times(1.75\times10^{-2})^2}{7\times10\times10^{-2}} = 385H$$

$$(emf)_2 = M\times\frac{\Delta I}{\Delta t} = 385\times\frac{4}{0.01} = 1.54\times10^5 V$$

****

٢- في الشكل المقابل
عند زيادة قيمة المقاومة R ماذا يحدث لإضاءة المصباح لحظيا ؟ مع التعليل



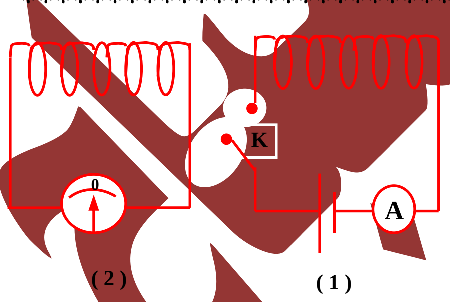

الحل

تقل إضاءة المصباح لحظيًا

التعليل :
❶ عند زيادة المقاومة R تقل شدة التيار المار في الدائرة وبالتالي تقل كثافة الفيض المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في الملف الحلزوني .
❷ في لحظة نقص كثافة الفيض المغناطيسي تقطع لفات ملف دائرة المصباح خطوط الفيض المغناطيسي فيتولد تيار مستحث يكون عكس تيار البطارية فتقل إضاءة المصباح لحظيًا.

****

٣- في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل :
الملف (1) يتصل على التوالي بأميتر (A) وعمود كهربي ومفتاح (K) و الملف (2) يتصل بجلفانومتر حساس صفر تدريجه في المنتصف .
❶ اذكر مع التفسير ما سوف تلاحظه على قراءة كل من الاميتر والجلفانومتر في الحالتين الآتيتين : (ا) لحظة غلق المفتاح K
(ب) إدخال ساق من الحديد المطاوع في كل من الملفين ثم إغلاق المفتاح (K) .
❷ اذكر اسم جهاز يبنى عمله على التجربة السابقة .



الحل

١- لحظة غلق المفتاح (K)
١- يتحرك مؤشر الاميتر معبرًا عن نمو التيار فى الدائرة الأولى حتى يصل الى قراءة تحدد شدة تيار البطارية حيث ان التيار العكسي الناتج بالحث يكون صغيرا بالنسبة لتيار البطارية.
٢- يتحرك مؤشر الجلفانومتر فى اتجاه معين معبرًا عن التيار المتولد بالحث المتبادل بين الملفين (١) و (٢)
٢- لحظة إدخال ساق الحديد وغلق المفتاح (K)
١- ينحرف مؤشر الاميتر ببطء وذلك لزيادة التيار العكسى المتولد بالحث الذاتى فى الملف حتى يصل الى نفس القراءة السابقة
٢- بالنسبة للجلفانومتر فان انحرافه سوف يزداد نتيجة لوجود الساق الحديدية التى تعمل على زيادة كثافة الفيض المغناطيسى
٣- أسم الجهاز الذى يبنى عمله على التجربة السابقة المحول الكهربى

****

الحث الذاتى لملف

◈ ☜ إذا وصل ملف في دائرة كهربية فإن تغير شدة التيار الكهربى في هذا الملف تولد قوة دافعة مستحثة فيه تقاوم هذا التغير و يمكن التحقق من ذلك عمليًا من خلال التجربة التالية .



تجربة لدراسة الحث الذاتى لملف

☜ الخطوات والملاحظة

❶ وصل ملف مغناطيس كهربي قوى (عدد لفاته كبير) على التوالي مع بطارية (6 V) ومفتاح و مصباح نيون (يعمل على فرق جهد 180 V) على التوازى بين طرفى الملف .

❷ اغلق الدائرة ليمر تيار كهربى فى الملف .

الملاحظة : عدم توهج مصباح النيون .

❸ افتح الدائرة .

الملاحظة : مرور شرر كهربى بين طرفى المفتاح وتوهج مصباح النيون لفترة صغيرة جدًا .

☜ الاستنتاج

❶ عند غلق الدائرة يتولد مجال مغناطيسى قوى حيث تعمل كل لفة من لفات الملف كمغناطيس قصير تقطع خطوط فيضها اللفات المجاورة لها فتتولد قوة دافعة مستحثة عكسية صغيرة فى الملف تؤخر لحظة وصول التيار للقيمة العظمى وبالتالى لا تقوى على إضاءة مصباح النيون .

❷ عند فتح الدائرة يضمحل التيار فيتولد بين طرفى الملف بالحث الذاتى emf مستحثة كبيرة نسبيًا نظرًا لكبر عدد لفات الملف (emf α N) وكبر المعدل الزمنى للتغير فى شدة التيار ($emf \alpha \frac{\Delta I}{\Delta t}$) ينشأ عنها تيار مستحث طردى فى نفس اتجاه التيار الأصلى يمر على شكل شرر كهربى بين طرفى المفتاح .

❸ هذه التجربة دلاله على أن القوة الدافعة المستحثة الطردية المتولدة أثناء انهيار التيار اكبر بكثير من القوة الدافعة المستحثة العكسية المتولدة أثناء نمو التيار .

❹ يمكن وصف الحث الذاتى على انه حث متبادل بين لفات الملف ذاته ويمكن تعريفه كما يلى :

الحث الذاتى لملف

" هو التأثير الكهرومغناطيسي الحادث في نفس الملف عند تغير شدة التيار فيه بحيث يقاوم هذا التغير ."

استنتاج معامل الحث الذاتى لملف

◈ تتناسب emf المستحثة طرديًا مع المعدل الزمنى لتغير الفيض :

$$emf \alpha \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$$

◈ المعدل الزمنى للتغير فى الفيض يتناسب مع المعدل الزمنى للتغير فى التيار :

$$\because \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \alpha \frac{\Delta I}{\Delta t} \qquad \therefore emf \alpha \frac{\Delta I}{\Delta t} \qquad \therefore emf = constant \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\therefore emf = -L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

ملاحظات

❶ L هو ثابت التناسب ويسمى معامل الحث الذاتي لملف .

❷ الإشارة السالبة تدل على أن اتجاه القوة الدافعة المستحثة تعاكس التغير المسبب لها حسب قاعدة لنز .

$$emf = -N \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$L = \frac{emf . \Delta t}{\Delta I} = \frac{N . \Phi_m}{I} = \mu \frac{N^2 . A}{\ell}$$

◈ ☜ **وحدة قياس معامل الحث الذاتى** : الهنري وهو يكافئ
فولت . ثانية / أمبير **أو** أوم. ثانية **أو** وبر / أمبير **أو** تسلا. متر ٢ / أمبير

الهنرى	**معامل الحث الذاتى لملف (L)**
" معامل الحث الذاتى لملف إذا تغيرت شدة التيار فيه بمعدل 1 أمبير كل ثانية يتولد بين طرفيه بالحث emf مستحثة مقدارها 1 فولت ."	" يقدر بمقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة بين طرفى الملف عندما تتغير شدة التيار فيه بمعدل 1 أمبير كل ثانية ."

🕮 ما معنى أن معامل الحث الذاتي للملف = ٥ ميكرو هنري

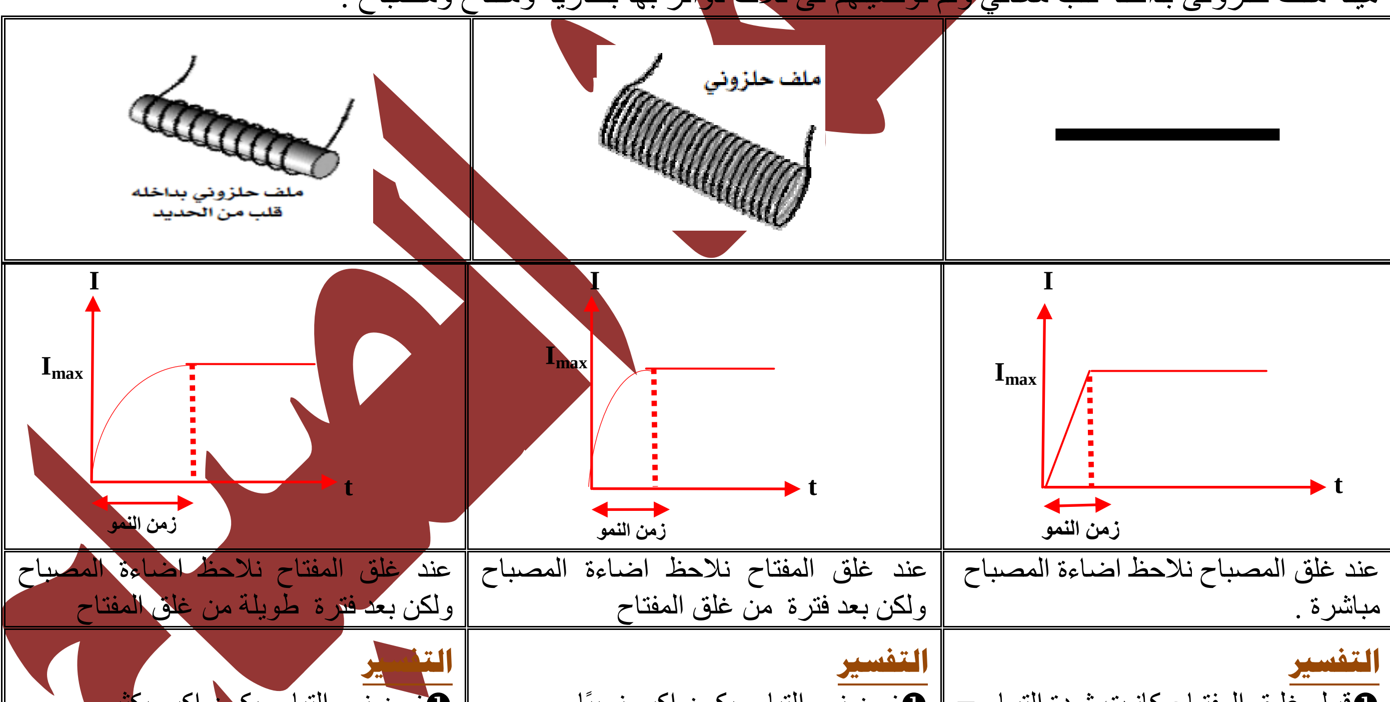
معنى ذلك أنه أذا تغيرت شدة التيار في الملف بمعدل 1 A/S يتولد بين طرفيه بالحث الذاتى emf مستحثة = 5 μV

العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث الذاتي للملف

❶ شكله الهندسي .
❷ عدد لفات الملف .
❸ طول الملف (المسافة بين اللفات)
❹ معامل نفاذية القلب المغناطيسية

مقارنة بين نمو التيار في سلك مستقيم وملف حلزوني وملف داخله قلب من الحديد

نفرض أن لدينا ثلاث أسلاك طويلة ومتماثلة تم تشكيلهم مرة على هيئة سلك مستقيم ومرة على هيئة ملف حلزونى ومرة على هيئه ملف حلزونى بداخله قلب معدني وتم توصيلهم فى ثلاث دوائر بها بطارية ومفتاح ومصباح :



سلك مستقيم	ملف حلزوني	ملف حلزوني بداخله قلب من الحديد
عند غلق المصباح نلاحظ اضاءة المصباح مباشرة .	عند غلق المفتاح نلاحظ اضاءة المصباح ولكن بعد فترة من غلق المفتاح	عند غلق المفتاح نلاحظ اضاءة المصباح ولكن بعد فترة طويلة من غلق المفتاح
التفسير ❶ قبل غلق المفتاح كانت شدة التيار = صفر وعند غلق المفتاح يبدا التيار فى النمو الى ان يصبح قيمة عظمى تساوى ($I_{max} = \frac{V_B}{R}$) ولكن فى زمن صغير جدًا يطلق عليه زمن النمو (لا يمكن ملاحظته بالعين) ثم يثبت التيار عند هذه القيمة . ❷ وبما أن معدل نمو التيار ثابت فيكون ميل الخط المستقيم ثابت . ❸ اثناء نمو التيار ينمو مجاله ولا يقطع السلك خطوط مجال نفسه	**التفسير** ❶ زمن نمو التيارسيكون اكبر نسبيًا . ❷ معدل نمو التيار (الميل) يقل على المنحنى قبل ان يثبت التيار عند I_{max} ❸ كل لفة من لفات الملف ينمو مجالها (تتمدد) بمجرد مرور التيار فتقطع خطوط مجال اللفة الواحدة مجال اللفات المحيطة بها (وكأنها مغناطيس يقترب) فيستحثها لتولد emf مستحثة عكسية فى عكس اتجاه تيار الدائرة فتعطل مرور التيار ولا تقللها لأنها تعمل أثناء نمو التيار ولكن بمجرد أن يثبت التيار تنهار emf المستحثة العكسية .	**التفسير** ❶ زمن نمو التيارسيكون اكبر بكثير. ❷ معدل نمو التيار يقل اكثر على المنحنى قبل ان يثبت التيار عند I_{max} ❸ نفس الحال فى هذا الوضع بوجود القلب المعدنى معامل نفاذيته كبير فيزيد من معدل قطع اللفة الواحدة لباقى اللفات فتزداد emf المستحثة العكسية فتعطل مرور التيار لفترة أطول.

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**أسلاك المقاومات القياسية ملفوفة لفًا مزدوجًا**	لتلافى تأثير الحث الذاتى للملف حيث يلغى المجال الناتج عن مرور التيار في أى لفة المجال الناتج عن مرور التيار في اللفة المجاورة لها ويصبح لها مقاومة أومية ثابتة .
٢	**لا تتمغنط ساق من الحديد المطاوع ملفوف حولها سلك معدنى معزول ملفوف لفًا مزدوجًا يمر به تيار كهربى .**	لان اتجاه التيار فى أحد فرعى الملف عكس اتجاهه فى الفرع الآخر فيتساوى المجالان المغناطيسيان الناشئان ويتضادان فى الاتجاه وتكون محصلتهما صفر فلا يؤثران على ساق الحديد ولا تتمغنط .
٣	**فى تجربة الحث الذاتى تكون القوة الدافعة الكهربية المستحثة الطردية فى الملف أكبر دائمًا من القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية المتولدة فيه**	لأن معدل انهيار التيار أكبر دائمًا من معدل نمو التيار .
٤	**لا تصل شدة التيار الى القيمة العظمى فى الملف لحظة غلق الدائرة كما لا ينعدم التيار لحظة فتح الدائرة .**	لتتولد emf مستحثة عكسية لحظة الغلق تؤخر لحظة وصول التيار للقيمة العظمى وتولد emf مستحثة طردية لحظة فتح الدائرة تؤخر انهيار التيار .
٥	**سرعة نمو التيار فى سلك مستقيم وبطء نموه فى الملف لحظة غلق الدائرة .**	لأن السلك المستقيم لا يتولد بين طرفيه emf مستحثة لحظة نمو التيار لأن المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى السلك يكون على هيئة دوائر متحدة المركز فلا يقطع السلك مجال نفسه أما فى حالة الملف فإن نمو الفيض القاطع له يولد emf مستحثة عكسية تعمل على إطالة زمن نمو التيار فيه .
٦	**إنعدام التيار في السلك المستقيم أسرع منه في ملف قلبه هوائي ، وانعدام التيار في الملف ذو القلب الهوائي أسرع منه في ملف ملفوف حول قلب من الحديد .**	لأن في حالة السلك لا يتولد بين طرفيه emf مستحثة ، لأن السلك لا يقطع المجال المغناطيسى الناشئ عنه بينما في حالة الملف لحظة فتح الدائرة تتولد emf مستحثة طردية تقاوم انهيار التيار وتتوقف على التغير فى الفيض الذى يقطعه الملف فى وحدة الزمن وتزداد أكثر عندما يكون للملف قلب من الحديد لان الحديد يعمل على تركيز خطوط الفيض .
٧	**عند فتح دائرة مغناطيس كهربى تحدث شرارة كهربية عند موضع قطع التيار .**	لأنه عند فتح الدائرة يضمحل التيار فيتولد بين طرفى الملف بالحث الذاتى emf مستحثة كبيرة نسبيًا نظرًا لكبر عدد لفات الملف (emf α N) وكبر المعدل الزمنى للتغير فى شدة التيار ($emf \alpha \frac{\Delta I}{\Delta t}$) ينشأ عنها تيار مستحث طردى فى نفس اتجاه التيار الأصلى يمر على شكل شرر كهربى بين طرفى المفتاح .

تطبيقات الحث الذاتي للملف

التطبيق	الإستخدام	الأساس العلمي	شرح الفكرة العملية
المصباح الفلورسنت	الإضاءة	الحث الذاتي	يتم تفريغ الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف في أنبوبة مفرغة من الهواء وبها غاز خامل مما يسبب تصادمات بين ذرات تؤدي إلى تأينها واصطدامها مع سطح الأنبوبة المطلي بالمادة الفلورسية مما يؤدي إلى انبعاث الضوء المرئي

التيارات الدوامية

تعريفها	التيارات الكهربية المستحثة التى تتولد فى قطعة معدنية نتيجة قطعها لفيض مغناطيسى متغير .
كيف تتولد	إذا تم تغيير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تخترق قطعة معدنية ، تتولد فيها تيارات مستحثة تسمى التيارات الدوامية ، وهى تسبب ارتفاع درجة حرارة القطعة المعدنية .
شروط حدوثها	تحريك قطعة معدنية فى مجال مغناطيسى ثابت . أو : تعريض قطعة معدنية لمجال مغناطيسى متغير .
الاستخدام	أفران الحث التي تستخدم لصهر الفلزات (المعادن)
الاضرار	فقد جزء من الطاقة الكهربية على شكل طاقة حرارية .

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**عند مرور تيار متردد ذي تردد عالٍ خلال ملف يحيط بقطعة معدنية قد ترتفع درجة حرارتها إلى درجة الانصهار .**	بسبب تولد تيارات دوامية في قطعة المعدن تعمل على رفع درجة حرارتها وبالتالى انصهارها .
٢	**يستفاد من التيارات الدوامية في صهر المعادن .**	
٣	**لا تتولد التيارات الدوامية فى الكتل المعدنية إلا إذا كان المجال المغناطيسى المؤثر عليها متغير الشدة .**	لأن فى المجال المغناطيسى متغير الشدة يتغير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تخترق الكتل المعدنية فتتولد فيها تيارات مستحثة (تيارات دوامية) .
٤	**ارتفاع درجة حرارة أسطوانة من الحديد المطاوع ملفوف حولها ملف متصل بمصدر تيار متردد .**	بسبب قطع الفيض المتغير للأسطوانة وتولد تيارات مستحثة (تيارات دوامية) تتحول الى طاقة حرارية .
٥	**الاسطوانة فى ملف الجلفانومتر غير مقسمة .**	لتلافى التيارات الدوامية .

أمثلة محلولة

١- ملفان متجاوران A ، B احسب مقدار emf المستحثة التي تتولد في الملف A عندما يمر في الملف B تيار شدته 3A وتلاشى في زمن قدره 0.02 s علما بأن معامل الحث الذاتي المتبادل بين الملفين 0.4 هنري

الحل

$$\because (emf)_2 = -M \times \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Rightarrow \therefore (emf)_2 = -0.4 \times \frac{(3-0)}{2\times 10^{-2}} = -60V$$

****

٢- تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة في ملف مقدارها 20 فولت عندما تتغير شدة التيار المارة في الملف من صفر إلى 5A في زمن قدره 0.01s احسب معامل الحث الذاتي للملف

الحل

$$\therefore emf = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \therefore L = -\frac{emf \times \Delta t}{\Delta I} = -\frac{20\times 0.01}{(5-0)} = 4\times 10^{-2} H$$

****

٣- ملفان متجاوران A ، B عدد لفاتهما 100 لفة ، 200 لفة على الترتيب وإذا تغير التيار في الملف A بمقدار 2 A تغير الفيض المغناطيسي في الملف A بمقدار 3×10^{-4} wb وفي الملف B بمقدار 1.5×10^{-4}wb أوجد:

❶ معامل الحث الذاتي للملف A ❷ معامل الحث المتبادل بين الملفين
❸ متوسط emf الناشئة في الملف B إذا انقطع التيار في الملف A في زمن قدره 0.1s



❶
$$\because emf = -L\frac{\Delta I_A}{\Delta t} = -N_A\frac{(\Delta\phi_m)_A}{\Delta t}$$
$$\therefore L = -N_A\frac{(\Delta\phi_m)_A}{\Delta I_A} = -\frac{100\times3\times10^{-4}}{2} = 1.5\times10^{-2}\,H$$

❷
$$\because (emf)_B = -M\times\frac{\Delta I_A}{\Delta t} = -N_B\frac{(\Delta\phi_m)_B}{\Delta t}$$
$$\Rightarrow\therefore M = N_B\frac{(\Delta\phi_m)_B}{\Delta I_A} = \frac{200\times1.5\times10^{-4}}{2} = 1.5\times10^{-2}\,H$$

❸
$$\because (emf)_B = -M\times\frac{\Delta I_A}{\Delta t} = \frac{1.5\times10^{-2}\times2}{0.1} = 0.3V$$



٤- ملف حلزوني مقاومته 10 Ω ومعامل الحث الذاتي له 0.3 هنري يتصل طرفاه بقطبي بطارية قوتها الدافعة 12 V ، احسب شدة التيار المار في الملف في اللحظة التي ينمو فيها التيار بمعدل 10 أمبير/ثانية مع إهمال المقاومة الداخلية للبطارية .

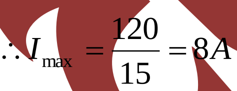


الطريقة الأولى	الطريقة الثانية
لحظة نمو التيار يتولد بين طرفي الملفي emf عكسية $\because (emf)_{عكسية} = -L\times\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow\therefore (emf)_{عكسية} = -0.3\times10 = 3V$ $\therefore V_{ملف} = V_B - emf_{عكسية}$ $\Rightarrow\therefore V_{ملف} = 12-3 = 9V$ $I = \frac{V}{R} = \frac{9}{10} = 0.9A$	$\because (emf)_{عكسية} = -L\times\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow\therefore (emf)_{عكسية} = -0.3\times10 = 3V$ $\therefore I_{بطارية} = \frac{V_B}{R+r} = \frac{12}{10+0} = 1.2A$ $\because I_{مستحث} = \frac{emf_{عكسية}}{R} = \frac{3}{10} = 0.3A$ $I_{ملف} = I_{بطارية} - I_{مستحث} = 1.2-0.3 = 0.9A$

****

٥- ملف مقاومته 15 Ω ومعامل الحث الذاتي لـه 0.6 H موصول مع مصدر تيـار مستمر يعطي 120 V احسب المعدل الذي ينمو به التيار في الحالات الآتية : ❶ لحظة توصيله ❷ لحظة وصول التيار 80% من قيمته العظمى





$$\therefore I_{max} = \frac{120}{15} = 8A$$

معدل نمو التيار $\frac{\Delta I}{\Delta t}$	شدة التيار المستحث	$emf_{لحظية} = IR$	$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B - emf_{لحظية}}{L}$
١- لحظة التوصيل	شدة التيار = صفر	= 0×15 = 0 V	$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{120-0}{0.6} = 200A/S$
٢- لحظة وصول التيار 80% من قيمته العظمى	$\therefore I = \frac{80}{100}\times8 = 6.4A$	= 6.4×15 = 96 V	$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{120-96}{0.6} = 40A/S$

****

الفصل الثالث
الدرس الأول

الحث الكهرومغناطيسي

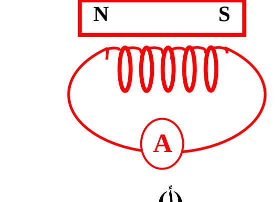
س ١ : أكتب المصطلح العلمي الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) ظاهرة تولد قوة دافعة كهربية مستحثة وكذلك تيار كهربى مستحث فى موصل نتيجة تغير خطوط الفيض المغناطيسى التى يقطعها الموصل .
(٢) التيار الكهربى المتولد فى موصل عند لحظة تعرضه لتغير الفيض المغناطيسى الذى يقطعه .
(٣) هي القوة الدافعة الكهربية المتولدة في موصل نتيجة قطعه لخطوط فيض مغناطيسي .
(٤) ✍ يكون اتجاه التيار الكهربى المستحث فى موصل بحيث يعاكس التغير المسبب له .
(٥) القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى موصل بالحث الكهرومغناطيسى تتناسب طرديًا مع المعدل الزمنى الذى يقطع به الموصل خطوط الفيض المغناطيسى وكذلك مع عدد لفات الملف .
(٦) الفيض المغناطيسى الذى إذا قطع عموديًا لفة من لفات ملف ثم تلاشى تدريجيًا بانتظام خلال ثانية فإنه تتولد بين طرفى هذه اللفة emf مستحثة مقدارها 1 فولت .
(٧) التأثير الكهرومغناطيسى الحادث بين ملفين متجاورين أو متداخلين يمر فى أحدهما تيار متغير الشدة فيتأثر به الثانى ويتولد فيه تيار مستحث يقاوم التغير الحادث فى الملف الأول .
(٨) ✍ مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى أحد الملفين عند تغير شدة التيار فى الملف الآخر بمعدل 1 أمبير كل ثانية .
(٩) ✍ * معامل الحث المتبادل بين ملفين يتولد فى أحدهما بالحث emf مستحثة مقدارها 1 فولت عندما تتغير شدة التيار فى الملف الآخر بمعدل 1 أمبير كل ثانية .
* معامل الحث الذاتى لملف يتولد فيه بالحث emf مستحثة مقدارها 1 فولت عندما تتغير شدة التيار فيه بمعدل 1 أمبير كل ثانية .
(١٠) التأثير الكهرومغناطيسى الحادث فى ملف عندما تتغير شدة التيار فيه بحيث يقاوم التغير الحادث .
(١١) مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف عندما تتغير شدة التيار فيه بمعدل 1 أمبير كل ثانية .
(١٢) التيارات الكهربية المستحثة التى تتولد فى قطعة معدنية نتيجة تغير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تقطعها .

****

س ٢ : اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

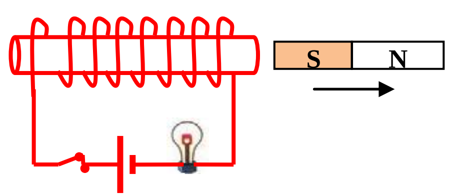
(١) باستخدام ملف ومغناطيس وأميتر حساس ، أى الأشكال التالية يوضح كيفية الحصول على تيار كهربى مستحث ؟ ....





(أ) (ب) (جـ)

(٢) 📖 تتحرف إبرة جلفانومتر متصل طرفيه بملف حلزونى عند إخراج المغناطيس بسرعة من الملف لأن ....
(عدد لفات الملف كبير – الملف يقطع خطوط الفيض المغناطيسى – عدد لفات مناسب – عدد لفات الملف قليل)
(٣) 📖 تنحرف إبرة جلفانومتر المتصل طرفاه بملف لولبى عند إخراج المغناطيس من الملف فى اتجاه يكون عكس اتجاه انحرافها عند إدخال المغناطيس فى الملف وذلك .... (لتولد تيار مستحث اتجاهه عكس اتجاه التيار عند إدخال المغناطيس – لتولد تيار كهربى – لنقص عدد خطوط الفيض المغناطيسى – لتغير عدد خطوط الفيض)
(٤) ✍ **فى الشكل المقابل :**
عند تحريك المغناطيس فى الاتجاه الموضح فإن شدة إضاءة المصباح ....
(تزداد – تقل – تنعدم)



(٥) أى المعادلات الآتية تمثل قانون فاراداى للحث الكهرومغناطيسى ؟ .... = emf
$$\left[\frac{N\Delta(BA\sin\theta)}{\Delta t}, \frac{N\Delta(BA\tan\theta)}{\Delta t}, \frac{-N\Delta(BA\sin\theta)}{\Delta t}, \frac{-N\Delta(BA\tan\theta)}{\Delta t} \right]$$

(٦) **فى الشكل المقابل :**
مغناطيس معلق فى ملف زنبركي حر الحركة ، ويتحرك المغناطيس داخل وخارج ملف متصل طرفيه بجلفانومتر صفر تدريجه فى المنتصف ، وعندما يهتز المغناطيس لأعلى ولأسفل فإن قراءة الجلفانومتر ....
(تتكرر من اليمين لليسار والعكس – تثبت عند اليسار – تثبت عند اليمين – تثبت عند الصفر)

(٧) تختلف القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى الملف عند إخال أو إخراج مغناطيس منه نتيجة لاختلاف ....
(أ) (شدة التيار – طول سلك الملف – عدد خطوط الفيض)
(ب) (قوة المغناطيس – سرعة حركة المغناطيس – عدد لفات الملف)
(ت) (كثافة الفيض – الزمن – شدة التيار)
(ث) (طول الملف – عدد اللفات – نوع المغناطيس)

(٨) لكى يمر تيار كهربى فى الاتجاه الموضح بالشكل يجب أن يتحرك السلك ....
(الى أعلى – الى أسفل – فى اتجاه القطب الشمالى – فى اتجاه القطب الجنوبى)

(٩) **فى الشكل المقابل :**
إذا تحرك السلك عمودى على الفيض فى الاتجاه الموضح فإن جهد النقطة A .... جهد النقطة B
(أكبر من / أصغر من / يساوي)

(١٠) يرجع بطء نمو التيار فى الملف اللولبي أثناء مروره فيه الى ....
(تولد تيار تأثيري طردى – تولد ق.د.ك مستحثة عكسية تقاوم فرق الجهد الأصلى – تولد فيض مغناطيسى – تولد مجال كهربى)

(١١) **في الشكل المقابل**
إذا تحرك المغناطيس تجاه الملف يكون جهد النقطة a .... جهد النقطة b
(أكبر من / أقل من / يساوي)

(١٢) القوة الدافعة المستحثة المتولدة فى سلك مستقيم يقطع فيض مغناطيسى تساوى ......
($BI\ell \sin\theta$ / $B\ell v$ / $-B\ell v \sin\theta$ / BIv)

(١٣) نحدد اتجاه التيار المستحث فى سلك مستقيم يقطع فيض مغناطيسى باستخدام قاعدة ....
(عقارب الساعة – فلمنج لليد اليسرى – فلمنج لليد اليمنى – أمبير لليد اليمنى)

(١٤) **فى الشكل المقابل**
حلقة دائرية يتم إسقاطها نحو سلك يحمل تيار إلى اليسار. فيكون اتجاه التيار المستحث فى الحلقة هو.......
(عكس عقارب الساعة – فى اتجاه عقارب الساعة – صفر – مستحيل تعيين الاتجاه)

(١٥) عند مرور تيار كهربى فى ملف ابتدائي ثم دخول ملف ثانوى فيه طرفان متصلان بجلفانومتر فإن مؤشر الجلفانومتر ......(ينحرف فى عكس اتجاه التيار فى الملف الابتدائى – يشير الى صفر التدريج – ينحرف فى نفس اتجاه التيار فى الملف الابتدائى – ينحرف يمين ويسار صفر التدريج)

(١٦) لحظة غلق دائرة الملف الابتدائى وهو بداخل الملف الثانوى يتولد فى الملف الثانوى بالحث المتبادل ....
(تيار طردى – تيار مستمر – تيار متردد – تيار مستحث عكسى)

(١٧) عند فتح دائرة ملف ابتدائي داخل ملف ثانوى عدد لفاته كبير يتولد بين طرفى الملف الثانوى ....
(emf عكسية كبيرة – emf طردية كبيرة – emf عكسية صغيرة)

(١٨) فى تجربة الحث الذاتى يتطلب مصباح النيون لتوهجه جهدًا يصل الى حوالى ....
(1.8 فولت – 18 فولت – 80 فولت – 180 فولت)

(١٩) الحث الذاتى لملف حلزونى .... الحث الذاتى له عندما يضغط على اتجاه محوره وتتقارب لفاته
(أكبر من – أصغر من – يساوى)

(٢٠) ملف قُص نصفه فإن معامل الحث الذاتى له ....
(يقل للنصف – يزداد للضعف – يظل ثابت – يقل للربع)

(٢١) يضمحل التيار الكهربى ببطء فى ملف حلزونى عند فتح دائرته بسبب ...... (تولد مجال مغناطيسى - تولد تيار مستحث طردى – تولد مجال كهربى – تولد تيار مستحث عكسى)

(٢٢) يقاس معامل الحث الذاتى لملف بوحدة الهنرى التى تكافئ ...... (فولت . ث – أوم . ث – أوم / ث – فولت . ث . أمبير)

(٢٣) عند إضاءة مصباح فلورسنت يتم تفريغ الطاقة .... المختزنة فى الملف فى أنبوبة مفرغة من الهواء وبها غاز خامل . (الكهربية – المغناطيسية – الكيميائية)

(٢٤) بعد فترة من مرور التيار المستمر فى ملف حث تثبت شدته بسبب .... (تولد تيارات كهربية – تولد تيارات دوامية – انعدام الحث الذاتى – وجود تيارات عكسية)

(٢٥) ✍ يستفاد من التيارات الدوامية فى .... (أفران الحث – الجلفانومتر – الدينامو)

(٢٦) 📖 تصنع المقاومات من أسلاك ملفوفة لفًا مزدوجًا .... (لتقليل مقاومة السلك – لزيادة مقاومة السلك – لتلافى الحث الذاتى – لتنعدم مقاومة السلك)

****

س٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) ✍ 📖 معامل الحث المتبادل بين ملفين = 0.1 H

(٢) ✍ معامل الحث الذاتى لملف = 0.3 H

(٣) القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف عندما تتغير شدة التيار المار فيه بمعدل 1 A/s تساوى 0.5 V

****

س٤ : علل لما يأتى :

(١) تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة بين طرفى سلك متحرك يقطع عموديًا خطوط فيض مغناطيسى .

(٢) ✍ قد لا تتولد emf مستحثة بين طرفى سلك يتحرك فى فيض مغناطيسى .

(٣) ✍ تزداد emf المستحثة المتولدة فى ملف إذا كان قلبه مصنوع من الحديد المطاوع .

(٤) ينعكس اتجاه التيار المستحث إذا انعكس اتجاه الحركة

(٥) قد تكون القوة الدافعة الكهربية المستحثة فى سلك اكبر ما يمكن

(٦) قد يقطع موصل فيض مغناطيسى ولا يتولد فى الموصل تيار كهربى مستحث .

(٧) تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة سواء بتقريب مغناطيس ثابت أو بتقريب الملف الى المغناطيس الثابت .

(٨) ✍ أسلاك المقاومات القياسية ملفوفة لفًا مزدوجًا .

(٩) 📖 لا تتمغنط ساق من الحديد المطاوع ملفوف حولها سلك معدنى معزول ملفوف لفًا مزدوجًا يمر به تيار كهربى .

(١٠) فى تجربة الحث الذاتى تكون القوة الدافعة الكهربية المستحثة الطردية فى الملف أكبر دائمًا من القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية المتولدة فيه .

(١١) لا تصل شدة التيار الى القيمة العظمى فى الملف لحظة غلق الدائرة كما لا ينعدم التيار لحظة فتح الدائرة .

(١٢) سرعة نمو التيار فى سلك مستقيم وبطء نموه فى الملف لحظة غلق الدائرة .

(١٣) انعدام التيار فى السلك المستقيم أسرع منه فى ملف قلبه هوائي ، وانعدام التيار فى الملف ذو القلب الهوائى أسرع منه فى ملف ملفوف حول قلب من الحديد .

(١٤) عند فتح دائرة مغناطيس كهربى تحدث شرارة كهربية عند موضع قطع التيار .

(١٥) * عند مرور تيار متردد ذى تردد عال خلال ملف يحيط بقطعة معدنية قد ترتفع درجة حرارتها الى درجة الانصهار .
* ✍ يستفاد من التيارات الدوامية فى صهر المعادن .

(١٦) ✍ لا تتولد التيارات الدوامية فى الكتل المعدنية إلا إذا كان المجال المغناطيسى المؤثر عليها متغير الشدة .

(١٧) ✍ ارتفاع درجة حرارة أسطوانة من الحديد المطاوع ملفوف حلها ملف متصل بمصدر تيار متردد .

****

س٥ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) 📖 الحث الكهرومغناطيسى .
(٢) التيار المستحث .
(٣) 📖 قانون فاراداى للقوة الدافعة المستحثة
(٤) 📖 قاعدة لنز .
(٥) الوبر
(٦) 📖 قاعدة فلمنج لليد اليمنى .
(٧) 📖 الحث الذاتى لملف .
(٨) 📖 معامل الحث الذاتى لملف .
(٩) 📖 الحث المتبادل بين ملفين .
(١٠) 📖 معامل الحث المتبادل بين ملفين.
(١١) 📖 الهنرى .
(١٢) 📖 ملف الحث .
(١٣) 📖 التيارات الدوامية .
(١٤) أفران الحث الكهربية .

س٦ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى :

(١) المعدل الزمني للتغير في الفيض .
(٢) القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف يقطع فيض مغناطيسى .
(٣) ✍ اتجاه التيار المستحث فى ملف يقطع فيض مغناطيسى .
(٤) القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف عند إخال أو إخراج مغناطيس منه
(٥) القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى سلك مستقيم يقطع فيض مغناطيسى .
(٦) ✍ معامل الحث المتبادل بين ملفين . (٧) معامل الحث الذاتي لملف . (٨) شدة التيارات الدوامية .

****

س٧ : ماذا يحدث عند ، مع ذكر السبب :

(١) حركة وصل عموديًا على فيض مغناطيسى .
(٢) إدخال مغناطيس داخل ملف متصل بجلفانومتر حساس ثم استقراره داخل الملف .
(٣) ✍ فتح دائرة كهربية تحتوى على ملف مغناطيسي كهربى قوى على التوالى مع بطارية ومفتاح .
(٤) نمو تيار كهربي فى ملف بداخله قلب من الحديد المطاوع من حيث زمن نمو التيار .
(٥) اقتراب ملف يمر به تيار كهربى من ملف آخر متصل بجلفانومتر حساس .
(٦) فتح دائرة الملف الابتدائى و هو بداخل الملف الثانوى .
(٧) تقريب القطب الشمالى لمغناطيس من ملف حلزونى يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس ، من حيث نوع قطب الملف القريب من المغناطيس .
(٨) ✍ زيادة قيمة التيار الكهربى المار فى ملف ابتدائي موضوع داخل ملف ثانوى طرفاه متصلان بجلفانومتر (صفر تدريجه عند المنتصف)
(٩) فتح دائرة كهربية مجاورة لملف يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس ، من حيث نوع قطب الملف القريب من المغناطيس .
(١٠) نقصان المقاومة فى دائرة مجاورة لملف يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس ، من حيث نوع قطب الملف القريب من المغناطيس .
(١١) وضع ساق من الحديد المطاوع داخل ملف ، من حيث الحث الذاتي للملف .
(١٢) ✍ مرور تيار كهربى عالى التردد فى ملف يحيط بقطعة معدنية .
(١٣) * لف أسلاك المقاومات الكهربية لفًا مزدوجًا .
* مرور تيار كهربى فى ملف حلزونى ملفوف لفًا مزدوجًا (بالنسبة لكثافة الفيض عند محور الملف) .

****

س٨ : أشرح الفكرة العملية (الاساس العلمى) لكل مما يأتى :

(١) المصباح الفلورسنت .
(٢) ✍ أفران الحث الكهرومغناطيسي .

****

س٩ : اذكر استخداماً (أو تطبيقاً) واحداً لكل مما يأتى :

(١) ✍ قاعدة لنز (٢) ✍ قاعدة فلمنج لليد اليمنى . (٣) ✍ الحث الذاتى لملف
(٤) ✍ التيارات الدوامية . (٥) أفران الحث .

****

س١٠ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) ✍ قاعدة اليد اليمنى لأمبير وقاعدة اليد اليمنى لفلمنج (**من حيث** : الاستخدام) .
(٢) ✍ معامل الحث الذاتى ومعامل الحث المتبادل (**من حيث** : العلاقة المستخدمة لحساب كل منهما)
(٣) ✍ قاعدة اليد اليسرى لفلمنج وقاعدة اليد اليمنى لفلمنج (**من حيث** : الاستخدام)
(٤) قاعدة لنز و قاعدة اليد اليمنى لفلمنج (**من حيث** : الاستخدام)

****

س١١ : اسئلة متنوعة :

(١) اكتب الكميات الفيزيائية التى تتعين من العلاقات الرياضية الآتية :

(أ) $-N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$ (ب) $-M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ (جـ) $-\frac{(emf)_2}{\Delta I_1/\Delta t}$

(د) $-L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ (هـ) $-\frac{emf}{\Delta I/\Delta t}$ (و) $-B\ell v\sin\theta$

****

(٢) اذكر الكميات الفيزيائية التى تقاس بالوحدات التالية ، مع ذكر الوحدة المكافئة :

(أ) $\Omega . s$ (د) $J.s / A.C$ (ز) $V.s / m^2$

(ب) $V.s$ (هـ) $T.m^2/s$ (ح) Wb / A

(جـ) $V.s / A.m$ (و) $\Omega .C$

****

(٣) أثبت أن :

❶ الفولت يكافئ وبر/ثانية . ❷ الوبر = جول . ثانية / كولوم

❸ الوبر = أوم . كولوم ❹ التسلا = أوم . كولوم / م٢

****

(٤) ما دلالة الإشارة السالبة والقيمة العددية فى كل مما يأتى :

(أ) $emf = -20\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$ (ب) $(emf)_2 = -0.4\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ (جـ) $emf = -0.5\ell v$

****

(٥) اذكر قانون فاراداى للقوة الدافعة الكهربية المستحثة فى ملف ، وكيف يمكن تحقيقه عمليًا ؟

****

(٦) اذكر قاعدة لنز وكيف تطبقها فى مثال من أمثلة توليد التيارات الكهربية المستحثة ؟

****

(٧) أثبت أن : القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة بين طرفى سلك يتحرك عموديًا على مجال مغناطيسى منتظم تتعين من العلاقة : $emf = -B\ell v$

****

(٨) اذكر شرط انعدام التيار المستحث فى سلك مستقيم يتحرك داخل فيض مغناطيسى منتظم .

****

(٩) اكتب العلاقة الرياضية المعبرة عن القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى سلك مستقيم يتحرك داخل فيض منتظم .

****

(١٠) إذا مر تيار كهربى فى ملف استنتج المعادلة التى تربط بين القوة الدافعة الكهربية المستحثة فى هذا الملف ومعدل تغير التيار المار فيه .

****

(١١) متى تكون القوة الدافعة المستحثة المتولدة فى ملف أكبر ما يمكن ؟ ومتى تكون صفرًا ؟

****

(١٢) اذكر حالات تولد emf مستحثة طردية و emf مستحثة عكسية فى الملف الثانوى .

****

(١٣) ملفان دائريان متماثلان أحدهما من النحاس والآخر من الألومنيوم معرضان لفيض مغناطيسى منتظم عمودى على مستواهما (المقاومة النوعية للنحاس أقل من المقاومة النوعية للألمونيوم) وعند سحبهما معًا من داخل المجال خلال نفس الفترة الزمنية

١- القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف النحاس (اكبر من – أقل من – تساوى) القوة الدافعة الكهربية المستحثة فى ملف الالمونيوم .

٢- فى أى الملفين يتولد تيار كهربى مستحث أكبر ؟ (اذكر السبب)

٣- اذكر اسم القاعدة المستخدمة لتعيين اتجاه التيار المستحث المتولد فى الملفين ؟

****

(١٤) ✍ **اذكر** فقط ثلاث حالات لتوليد تيار كهربى مستحث فى ملف ثانوى بتأثير ملف ابتدائى متصل ببطارية ومفتاح وريوستات ، وإذا وصل هذا الملف الابتدائى بمصدر تيار كهربى متردد فكيف يمكنك زيادة شدة التيار الكهربى المستحث فى الملف الثانوى عنه فى الملف الابتدائى ؟

****

(١٥) **كيف** تتولد التيارات الدوامية ؟ وكيف يمكن تلافيها ؟ وما وجه الاستفادة منها ؟ وما أضرارها ؟

****

(١٦) ✍ **أذكر اسم جهاز واحد تُبنى فكره عمله على ما يلى :**

(أ) الحث الذاتى لملف . (ب) التيارات الدوامية .

****

(١٧) **أشرح تجربة توضح بها كل مما ياتى :**

(أ) * الحث الكهرومغناطيسى (تجربة فارادای) .(توليد تيار كهربى مستحث فى ملف).
* كيفية تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية .

(ب) الحث المتبادل بين ملفين ثم بيَن كيف يمكن استخدامه لتحقيق قاعدة لنز .
* ✍ الحث المتبادل بين ملفين مع بيان حالات توليد تيار مستحث فى الملف الثانوى .

(ت) ✍ الحث الذاتي لملف .
* ✍ ظاهرة الحث الذاتى باستخدام مغناطيس كهربى وبطارية ومفتاح وأسلاك توصيل فقط . (ارسم شكلًا تخطيطيًا للدائرة الكهربية المستخدمة) .

****

(١٨) ✍ **وضح بالرسم** سلك طوله (ℓ) وضع عموديًا على مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه (B) ثم تحرك فى اتجاه عمودى على المجال بسرعة (v)

ثم اثبت أن مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى هذا السلك تعطى من العلاقة : $emf = -B\ell v$

****

(١٩) **فى الشكل المقابل**

مغناطيسيان متشابهان يسقطان سقوطاً حرًا من نفس الارتفاع على حلقتين من الحديد أي الحلقتين يتولد به تيار مستحث أكبر ؟ فسر إجابتك



****

(٢٠) **فى الشكل المقابل**

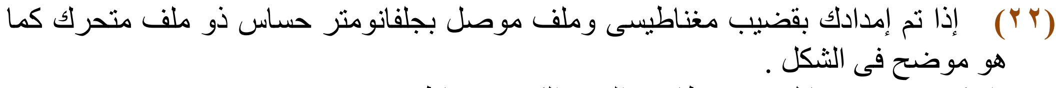
يقوم شخص بتحريك مغناطيس في محيط ملف لولبي متصل بأميتر حساس . القطب الجنوبي من المغناطيس هو القطب الأقرب للملف اللولبي ، ويرى الشخص من أعلى أن اتجاه التيار المار فى الأميتر مع عقارب الساعة . فإن هذا الشخص ....

(يدخل المغناطيس داخل الملف – يخرج المغناطيس من الملف) ولماذا ؟

****

(٢١) إذا اردت ان تدخل ملف مستطيل داخل مجال مغناطيسى منتظم بسرعة معينة وذلك لتولد emf فى هذه الحلقة . ويكون مستوى الملف عموديًا على خطوط الفيض المغناطيسى . فى أى وضع يجب ادخال الملف لتوليد أكبر emf

أ- فى اطول بعد للملف موازيًا لاتجاه السرعة .
ب- فى أقصر بعد للملف موازيًا لاتجاه السرعة .
ت- فى كلتا الحالتين ستكون emf متساوية بغض النظر عن الوضع .
واشرح سبب اختيارك ؟



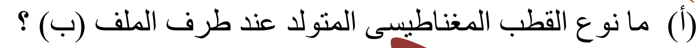
****

(٢٢) إذا تم إمدادك بقضيب مغناطيسى وملف موصل بجلفانومتر حساس ذو ملف متحرك كما هو موضح فى الشكل .

(أ) كيف تستخدمها لتوضيح ظاهرة الحث الكهرومغناطيسى ؟
(ب) كيف يمكنك الاستدلال على مرور التيار المستحث ؟



(٢٣) فى الشكل المقابل :
يتحرك السلك AB بسرعة الى أسفل بين قطبى المغناطيس
(أ) ماذا يحدث للجلفانومتر الحساس ؟
(ب)ما التغير الذى يحدث لمؤشر الجلفانومتر إذا تحرك السلك AB بسرعة الى أعلى ؟
(ت)كيف يتحرك السلك AB فى المجال بحيث لا يؤثر على الجلفانومتر ؟



(٢٤) من الشكل المقابل :
(أ) ما نوع القطب المغناطيسي المتولد عند طرف الملف (ب) ؟
(ب) ما أثر وضع أسطوانة من الحديد المطاوع داخل الملف على قيمة الانحراف اللحظي لمؤشر الجلفانومتر ؟ وما تفسير ذلك ؟
(ت)حدد على الرسم اتجاه التيار المستحث المتولد فى الملف ، وما اسم القاعدة التى تحدد اتجاه هذا التيار فى الملف ؟

****

(٢٥) **يبين الشكل حلقة معدنية تسقط سقوطًا حرًا باتجاه الملف الحلزونى**
١- حدد اتجاه التيار المستحث فى الحلقة عند النظر الى وجهها العلوى .
٢- ما القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه التيار المستحث ؟
٣- اذكر طريقة لتغيير اتجاه التيار المستحث فى الحلقة عند اسقاطها مرة أخرى .

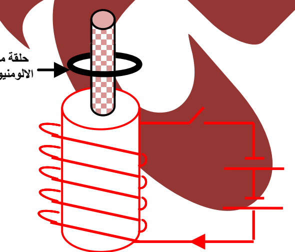
****

(٢٦) من الشكل المقابل :
(أ) ماذا يحدث لحظة غلق الدائرة ؟
(ب) ماذا يحدث لحظة فتح الدائرة ؟

ملف مغناطيس كهربى

****

(٢٧) فى الدائرة الموضحة بالشكل :
الملف (١) يتصل على التوالي بعمود كهربى ومفتاح وأميتر ، والملف (٢) يتصل بجلفانومتر حساس صفر تدريجه فى المنتصف والملفان ملفوفان حول ساق من الحديد المطاوع .اذكر مع التفسير ما سوف تلاحظه على قراءة كل من الأميتر والجلفانومتر فى الحالتين الآتيتين :
❶ لحظة غلق المفتاح .
❷إخراج ساق الحديد المطاوع من كل من الملفين ثم إغلاق المفتاح .



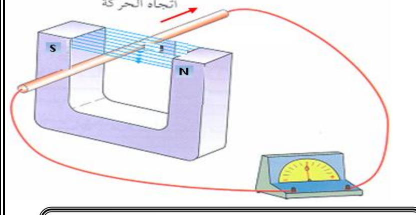
****

(٢٨) فى الشكل المقابل
وضعت حلقة من الألومنيوم حول الجزء الظاهر من قلب مغناطيس كهربى قوى وجد انه عند غلق الدائرة الكهربية تقفز الحلقة المذكورة الى أعلى . اشرح سبب ذلك

حلقة من الالومنيوم

****

(٢٩) فى الشكل المقابل
(أ) إذا مر تيار فى السلك فى الاتجاه الموضح فإن السلك قد يتحرك الى ....
(ب) لكى يمر تيار فى السلك فى الاتجاه الموضح فإن السلك يجب أن يتحرك الى ....
(ت) لكى يمر تيار فى السلك فى الاتجاه الموضح فإن المجال يجب أن يُحرك الى ....



(٣٠) الشكل الذى أمامك يبين ملفين لولبيين متجاورين أحدهما قابل للحركة ، حدد ستة طرق يمكن بها توليد تيار كهربى مستحث فى الملف الثانوى عبر المقاومة R

ملف ثانوى — ملف ابتدائي — K — R — A — B

****

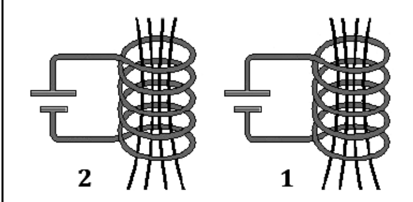
(٣١) فى الدائرة الموضحة بالشكل المقابل :
ماذا يحدث لإضاءة المصباح لحظيًا عند تقريب القطب الجنوبى لقضيب مغناطيس الى الطرف (A) مرة والى الطرف (B) مرة أخرى ؟ مع التفسير فى كل حالة .

****

(٣٢) لديك ملفان (1) ، (2) متجاوران يمر بهما تيار كهربى ، اثبت أن معامل الحث المتبادل بينهما (M) يتعين من العلاقة :

$$M = \sqrt{L_1 \times L_2}$$

حيث (L_1) معامل الحث الذاتي للملف الأول ، (L_2) معامل الحث الذاتي للملف الثانى .



****

(٣٣) إذا تغير الفيض المغناطيسي Φ_m مع الزمن كما هو موضح بالشكل المقابل انقل الرسم إلى كراسة الإجابة وعلى نفس الرسم ارسم التغير في القوة الدافعة المستحثة emf مع الزمن والمتولدة في الملف بالحث

Φ_m — 0 — t — emf — 0 — t

****

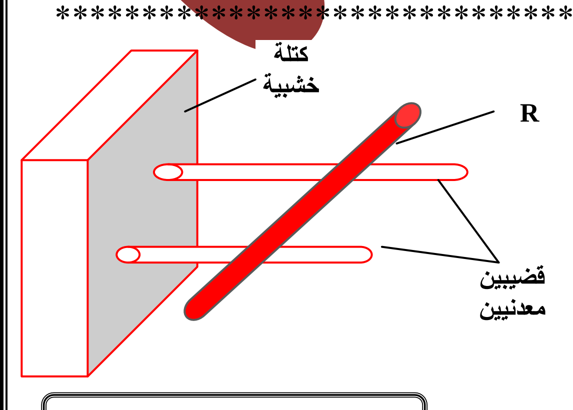
(٣٤) يسقط مغناطيس باتجاه ملف كما بالشكل .
أى الاختيارات التالية صحيح ؟
(علمًا بأن كل صف يعتبر اختيار)

الاختيار	اتجاه التيار فى الجلفانومتر	نوع القطب المتكون عند (A)
(أ)	من 1 الى 2	شمالى
(ب)	من 1 الى 2	جنوبى
(جـ)	من 2 الى 1	شمالى
(د)	من 2 الى 1	جنوبى

مغناطيس — S — N — B — ملف — 1 — G — 2 — A

****

(٣٥) **فى الشكل المقابل :**
قضيب معدني (R) حر الحركة مرتكز على قضيبين معدنيين آخرين ، فإذا كان لديك بطارية ومفتاح وأسلاك توصيل وقضيبين مغناطيسيين .
❶ أكمل الشكل لكى تجعل القضيب (R) يتحرك على امتداد القضيبين الآخرين .
❷ ما هى التعديلات التى تجريها حتى يتحرك القضيب (R) فى الاتجاه المعاكس ؟



س١٢ : مسائل :

اولا : قانون فاراداى

١- وضع ملف فى اتجاه عمودى على مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.02 T فإذا أزيل الملف من المجال فى زمن قدره 0.1 s ، احسب متوسط ق.د.ك التأثيرية الناتجة فى الملف علمًا بأن مساحة الملف $100\ cm^2$ وعدد لفاته 50 turns .
[0.1 V]

****

٢- ملف حلزونى عدد لفاته 200 turns مساحة مقطع كل لفة $2\ cm^2$ موضوع عموديًا على مجال مغناطيسى كثافة فيضه $0.6\ wb/m^2$. احسب مقدار ق.د.ك المستحثة المتولدة فيه عندما ❶ تزداد كثافة الفيض الى 0.8 T فى 2 ms
❷ تقل كثافة الفيض الى 0.4 T فى 0.2 ms ❸ ينعدم المجال فى 0.1 s ❹ يقلب الملف فى 0.1 s .
[0.48 V , 0.24 V , 40 V , - 4 V]

****

٣- ✍ ملف عدد لفاته 100 لفة مساحة مقطع كل منها $20\ cm^2$ موضوع عموديًا على مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.2 T فإذا عُكس اتجاه الفيض المغناطيسى خلال 0.2 s أوجد متوسط emf المستحثة المتولدة .
[0.4 V]

****

٤- ملف دائرى يتكون من لفة واحدة نصف قطرها 22 cm وضع فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.05 T فإذا كان مستوى الملف عموديًا على المجال المغناطيسى ثم أُدير الملف 90^o فى زمن قدره 0.25 s احسب متوسط ق.د.ك المتولدة فى هذه الحالة .
[0.038 V]

****

٥- ملف عدد لفاته 400 لفة مساحة مقطع اللفة $50\ cm^2$ يخترقه فيض عمودى كثافته 0.2 T احسب مقدار emf المستحثة بين طرفيه إذا :
(أ) تلاشى الفيض المغناطيسى القاطع للملف خلال 0.01 s
(ب) أُدير الملف 180^o فى الفيض المغناطيسى خلال 0.01 s
(ت) أدير الملف 360^o خلال 0.15 s
[40 V , 80 V , 0]

****

٦- ✍ ملف حلزونى مكون من 400 لفة مساحة مقطع كل منها $4\ cm^2$ موضوع عمودى على مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.3 tesla احسب متوسط القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى الملف عندما :
(أ) تزداد كثافة الفيض المغناطيسى الى 0.5 tesla خلال 2 مللى ثانية .
(ب) تقل كثافة الفيض المغناطيسى الى 0.2 tesla خلال 2 مللى ثانية .
[– 16 V , 8 V]

****

٧- ملف مستطيل أبعاده 20 cm × 10 يتكون من 100 لفة ، مستوى هذا الملف عمودي على مجال مغناطيسي فإذا أدير هذا الملف ربع دورة في زمن قدره 0.2 ثانية تتولد emf مستحثة قدرها 0.4 V احسب كثافة الفيض المغناطيسي .
[0.04 T]

****

٨- ✍ ملف حث لولبى طوله 8 cm وعدد لفاته 400 لفة ومساحة مقطعه $10\ cm^2$ يمر فيه تيار كهربى شدته 2.1 A أوجد :
(أ) كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة تقع على محوره .
(ب) القوة الدافعة المستحثة إذا أصبح الملف موازيًا للمجال المغناطيسى خلال 0.01 s
$(\mu = 4\ \pi \times 10^{-7}\ Wb/A.m)$
[1.32×10^{-2} T , 0.528 V]

****

٩- ✍ لوحظ تولد فرق جهد قدره 5.5×10^{-3} V بين طرفي عقرب الثواني في ساعة أحد الميادين نتيجة تعرضه لمجال مغناطيسي عمودي عليه فإذا علمت أن التغير في المساحة التي تقطع خطوط الفيض نتيجة دوران عقرب الثواني دورة كاملة هو $\frac{11}{14}\ m^2$ احسب كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر .
[0. 42 تسلا]

****

١٠- ✍ ملف دائرى مساحة مقطعه $0.045\ m^2$ وعدد لفاته 150 لفة مقاومته $0.9\ \Omega$ فإذا كان مستوى هذا الملف عمودى على مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 8×10^{-5} T أوجد كمية الشحنة الكهربية التى تسرى فى الملف عند إبعاده عن المجال خلال 0.3 s
[6×10^{-4} C]

١١- لفة من سلك مرن مصنوع من مادة موصلة نصف قطرها 0.12 m عمودية على مجال مغناطيسي منتظم كثافته 0.15 T كما بالشكل (a) فإذا تم الضغط على جانبي اللفة حتى أصبحت مساحتها 3×10^{-3} m^2 كما بالشكل (b) في زمن قدره 0.2 s احسب ق . د . ك المستحثة المتولدة في الملف خلال تلك الفترة الزمنية .

(a) (b)

[31.7×10^{-3} V]

****

١٢- ملف لولبي عدد لفاته 100 لفة يقطع فيض مقداره 8×10^{-4} Wb ثم تلاشى هذا الفيض خلال 0.02 s احسب emf المستحثة المتولدة فيه

[4 V]

****

١٣- ملف عدد لفاته 25 لفة ملفوف حول أنبوبة مجوفة مساحة مقطعها $1.8\ cm^2$ بحيث كانت مساحة كل لفة تساوي مساحة مقطع الأنبوبة ، تأثر الملف بمجال مغناطيسي منتظم عمودي على مستوى الملف فإذا زادت كثافة الفيض المغناطيسي من صفر إلى 0.55 T في زمن قدره 0.75 s احسب :

❶ مقدار القوة الدافعة المستحثة في الملف [3.3×10^{-3} V]

❷ شدة التيار المستحث في الملف إذا كانت مقاومة الملف 3 Ω [1.1×10^{-3} A]

****

١٤- ملف مستطيل مكون من 100 لفة مساحة وجهه $0.06\ m^2$ يدور بتردد 50 Hz فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.1 T احسب متوسط القوة الدافعة الكهربية المستحثة خلال ربع دورة .

[30 V]

****

١٥- ملف عدد لفاته 80 لفة مساحة مقطعه $0.2\ m^2$ معلق عموديًا على مجال منتظم متوسط القوة الدافعة المستحثة 2 V عندما يدور الملف ربع دورة خلال 0.5 s احسب كثافة الفيض المغناطيسي.

[0.0625 T]

****

١٦- ملف عدد لفاته 100 لفة مساحته $20\ cm^2$ يتأثر بفيض تتغير كثافته وفقًا للرسم البيانى المقابل احسب emf المستحثة المتولدة بين طرفى الملف فى الفترة :

(أ) AB

(ب) BC

(جـ) CD

[- 10 V , - 5 V , 30 V]

B (T) — t (ms)

****

١٧- ملف عدد لفاته 200 لفة يتغير الفيض المغناطيسى الذى يمر به خلال 6 ثوانى مستخدمًا العلاقة البيانية الموضحة بالرسم الذى أمامك :

احسب القوة الدافعة المستحثة خلال :

(أ) أول ثانيتين . [600 V]

(ب) الثانية الثالثة . [0]

(ج) الثواني الثلاث الأخيرة . [400 V]

Φ_m(Wb) — t (s)

****

١٨- نافذة لها إطار معدني طولها 1m وعرضها 0.5 m ،فتحت وأديرت 90° حول محور رأسي فإذا كانت مقاومة الإطار 0.04 Ω وكثافة الفيض المغناطيسي للأرض 18×10^{-4} T احسب عدد الإلكترونات التي تسري في الإطار .

(علمًا بأن شحنة الالكترون 1.6×10^{-19} C) [1.4×10^{17}]

****

١٩- ملف لولبي طويل يحمل تيار كهربي يولد فيض مغناطيسي كثافته B وضع في مركزه ملف ضيق مقاومته $0.2\ \Omega$ يتكون من عشر لفات مساحة اللفة الواحدة $4\times10^{-5}\ m^2$ فإذا سرت شحنة $1.6\times10^{-6}\ C$ في الملف الصغير عندما يعكس الملف الكبير تياره فما قيمة B
[4×10^{-4} T]

****

٢٠- ملف مستطيل أبعاده 50 cm ، 30 cm مكون من لفة واحدة موضوع عموديًا على مجال مغناطيسي كثافته 3×10^{-3} T ، ما مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترقه ؟ وما مقدار القوة الدافعة المستحثة المتولدة به إذا سحب هذا الملف من المجال في زمن قدره 0.05 s ؟
[4.5×10^{-4} Wb , - 9×10^{-3} V]

****

٢١- جلفانومتر مقاومة ملفه $193\ \Omega$ وصل طرفاه بملف مقاومته $7\ \Omega$ يتكون من 200 لفة نصف قطر كل منها 5 cm تم وضع الملف بين قطبي مغناطيس كهربي عموديًا على فيض مغناطيسي وعند إبعاد الملف فجأة بعيدًا عن المجال مر خلال الجلفانومتر شحنة كهربية قدرها 40×10^{-4} C احسب قيمة كثافة الفيض الناشئ عن المغناطيس الكهربي ($\pi = 3.14$)
[0.509 T]

****

٢٢- ملف دائري عدد لفاته 50 لفة ونصف قطره 10 cm وضع في مجال مغناطيسي بحيث يكون مستواه عموديًا على كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر يدور هذا الملف من الوضع الذي كان عليه إلى الوضع الذي يصبح فيه مستواه موازيا للمجال في زمن قدره 0.01 s فتولدت نتيجة لذلك قوة دافعة مستحثة قيمتها المتوسطة 0.15V احسب قيمة كثافة الفيض المغناطيسي
[95.45×10^{-5} T]

****

٢٣- ملف مساحة مقطعه $30\ cm^2$ وعدد لفاته 800 لفة وضع بحيث كان مستواه عموديًا على المجال المغناطيسي فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي من 0.1 T إلى 0.9 T في زمن قدره 0.2 s وكانت مقاومة هذا الملف $5\ \Omega$ احسب شدة التيار المار في الملف وما مقدار الشحنة الكهربية التي تمر خلال 0.2 s وما عدد الإلكترونات التي تسبب هذه الشحنة علما بأن شحنة الإلكترون 1.6×10^{-19} C
[1.92 A , 0.384 C, 2.4×10^{18} electron]

****

٢٤- ملف لولبي طوله 0.6 m ومساحة مقطعه $0.2\ m^2$ يمر به تيار شدته 3 A احسب القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في الملف إذا نقص التيار إلى الصفر خلال 0.005 من الثانية علمًا بأن وحدة الأطوال من الملف تحتوي على 60 لفة , $\mu = 4\pi\times10^{-7}$ ، $\pi = 3.14$
[- 0.3254 V]

****

ثانيا : القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في سلك مستقيم

٢٥- 📖 إذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي لمغناطيس 0.7 T وتحرك سلك طوله 0.4 m بحيث يقطع عموديًا هذا الفيض المغناطيسي فتولدت بين طرفي السلك emf مستحثة تساوي 1V احسب سرعة هذا السلك
[3.57 m/s]

****

٢٦- سلك طوله 0.5 m يقطع عموديًا مجالًا مغناطيسيًا كثافته 0.4 T بسرعة 20 m/s فإذا كان هذا السلك جزءًا من دائرة مغلقة مقاومتها $6\ \Omega$ احسب شدة التيار المار فى السلك .
[0.67 A]

****

٢٧- 📖 هوائي سيارة طوله متر ،إذا كانت السيارة تتحرك بسرعة 80 km/hr في اتجاه متعامد على المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي للأرض فتولدت قوة دافعة كهربية 4×10^{-4} V بين طرفى الهوائي احسب المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي للأرض .
[18×10^{-6} T]

****

٢٨- ✍ سلك معدنى طوله 1 m ومساحة مقطعه $2.5\ cm^2$ والمقاومة النوعية لمادته $5\times10^{-4}\ \Omega.m$ مثبت رأسيًا فى جسم سيارة تتحرك بسرعة 90 km/hr فتولد فى السلك تيار مستحث شدته 25 mA ، احسب قيمة المركبة الأفقية للمجال المغناطيسى للأرض .
[2×10^{-3} T]

****

٢٩- 📄 دائرة كهربية تتكون من سلكين سميكين متوازيين المسافة بينهما 50 cm ومقاومة مقدارها $3\ \Omega$ وضع قضيب معدني عموديًا على السلكين المتوازيين بحيث يغلق هذه الدائرة فإذا كانت المساحة المحصورة بين السلكين عمودية على فيض مغناطيسي كثافته 0.15 T احسب قيمة القوة اللازمة لتحريك القضيب المعدني لتكسبه سرعة منتظمة مقدارها 200 cm/s
[3.57×10^{-3} N]

****

٣٠- فى الشكل المقابل
إذا كانت ℓ = 15 cm ، R = 25 Ω ، B = 0.6 T ، v = 8 m/s
بفرض أن مقاومة ساق النحاس المنزلقة والقضيبين مهملة احسب :
(أ) القوة الدافعة الكهربية المستحثة . (ب) شدة التيار الكهربى .
(جـ) القوة اللازمة لتحريك الساق بسرعة ثابتة .
(د) القدرة المستنفذة فى المقاومة .

[0.72 V , 0.0288 A , 2.592 $\times 10^{-3}$ N , 20.7 $\times 10^{-3}$ W]

****

٣١- ✍ فى الشكل المقابل إذا تحرك السلك (AB) فى الاتجاه الموضح بالشكل مسافة (Δd) . عبر رياضيًا عن الكميات الآتية بدلالة طول السلك ℓ فى كل مرة

❶ التغير فى المساحة التى يقطعها الفيض مع حركة السلك = ...
❷ المعدل الزمنى للتغير فى الفيض المغناطيسى خلال هذه المساحة = ...
❸ القوة الدافعة المستحثة المتولدة بين طرفى السلك = ...

****

٣٢- ✍ **الشكل المقابل :**
يبين ساق معدنية ab طولها 0.25 m وتتحرك بسرعة خطية مقدارها 2 m/s عموديًا على مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.4 T واتجاهه عمودى على مستوى الورقة للداخل ، فإذا كانت الساق جزءًا من دائرة مغلقة :
(أ) حدد اتجاه التيار المار فى الساق .
(ب) ما اسم القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه التيار ؟
(ت) أوجد مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) المتولدة فى الساق .

[- 0.2 V]

****

٣٣- 📄 سلك طوله 200 cm استخدم لتوليد ق . د . ك مستحثة بطريقتين مختلفتين الأولى بتحريكه عموديًا على مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.8 T وبسرعة 100 cm/s والثانية بتشكيله كملف نصف قطر لفاته $\frac{2}{\pi}$ cm ثم بتحريك قضيب مغناطيسي داخله يولد فيض قدره 6×10^{-4} Wb في 0.1 دقيقة احسب ق . د .ك المتولدة في الحالتين.

[1.6 V , 0.005 V]

****

٣٤- طائرة تطير أفقيًا بسرعة 900 km/hr طول الجناح 20m فإذا وصل سلك بين طرفي الجناحين مساحة مقطعه 0.5 cm^2 والمقاومة النوعية لمادته 8×10^{-6} Ω.m وصل مع أميتر مهمل المقاومة فكم تكون قراءته إذا كانت كثافة الفيض المغناطيسي للأرض 18×10^{-5} T

[0.28A]

****

٣٥- سلك اريال رأسي مثبت في سيارة تسير علي طريق أفقي بسرعة 60 km / h فإذا كان طول السلك متر واحد ومقاومته 4 Ω متصل مع جلفانومتر مقاومته 96 Ω فإذا كانت قراءة الجلفانومتر 4 ميكروأمبير فاحسب المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي للأرض .

(24 $\times 10^{-6}$ T)

****

٣٦- أوجد القوة الدافعة الكهربية المستحثة في سلك مستقيم طوله 40 cm يتحرك بسرعة 500 cm/s عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.6 T وما مقدارها إذا كانت الزاوية المحصورة بين اتجاه السرعة وكثافة الفيض 30^0 .

[1.2T - 0.6T]

****

٣٧- سلك مستقيم طوله 100 cm ومقاومته 1.6 Ω يتحرك بسرعة 80 km/hr عموديًا على مجال منتظم 0.0036 T احسب ق . د . ك المستحثة المتولدة في السلك المستقيم . ثم احسب شدة التيار التأثيري المتولد عند توصيل طرفي السلك بمصباح مقاومته 3 Ω بواسطة أسلاك مقاومتها 0.4 Ω

[0.016 A , 0.08 V]

****

ثالثا : الحث المتبادل بين ملفين

٣٨- ✍ ملفان متجاوران و متقابلان عندما تتغير شدة التيار في أحدهما من 4 A إلى الصفر خلال 0.01 s تتولد emf مستحثة مقدارها 40 V بين طرفي الملف الثاني احسب الحث المتبادل بين الملفين **[0.1 H]**

****

٣٩- ملف حلزونى عدد لفاته 1200 turns ملفوف بمسافات متساوية على قلب من الحديد طوله 80 cm وقطره 7 cm ويمر فيه تيار شدته 2 A . ثم لف ملف ثانوى عدد لفاته 10^4 turns حول الجزء الأوسط من الملف الحلزونى ، فإذا قطع التيار المار فى الملف الابتدائى خلال 0.01 s . فاحسب متوسط ق.د.ك المستحثة المتولدة فى الملف الثانوى خلال زمن القطع علمًا بأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد $2\pi \times 10^{-5}$ wb/A.m **[– 726 V]**

****

٤٠- ملفان متجاوران X , Y عدد لفات الملف Y 2000 لفة فإذا مر تيار شدته 7 A فى الملف X ونتج عنه فيض 2.5×10^{-7} wb فى الملف Y احسب :

(أ) معامل الحث المتبادل بين الملفين . **[0.07 H]**

(ب) متوسط emf فى الملف Y عندما ينعدم التيار فى الملف X خلال 0.3 s **[1.63 V]**

****

٤١- ملفان ملفوفان بإحكام على نفس القالب الحديدي وتبلغ مساحة مقطع كل منهما $4\ cm^2$ وعندما يسري تيار شدته 5 A في الملف الإبتدائي ينشأ عنه مجال كثافة فيضه 0.2 T فإذا كان عدد لفات الملف الثانوي 100 لفة احسب :

❶ emf الناتجة في الثانوي إذا كان تيار الإبتدائي ينخفض بانتظام إلى الصفر في 0.05 ثانية **[0.16V]**

❷ معامل الحث المتبادل بين الملفين **[0.0016 H]**

****

٤٢- ✍ دائرتان متجاورتان معامل الحث المتبادل بينهما 0.04 H فإذا تغيرت شدة التيار في الدائرة الابتدائية من 30 A إلى 5 A خلال 5 ms وكان عدد لفات الملف الثانوي 200 لفة ومقاومته 20 Ω أوجد:

❶ القوة الدافعة التأثيرية المتولدة في الملف الثانوي **[- 200 V]**

❷ شدة التيار المار في الملف الثانوي **[10 A]**

❸ معدل تغير الفيض في الملف الثانوي **[1 Wb/s]**

****

رابعا : الحث الذاتي للملف

٤٣- ملفان متجاوران (A , B) عدد لفاتهما 800 , 200 لفة علي الترتيب إذا مر تيار شدته 2 A في (A) فإنه ينتج فيضًا مغناطيسيًا قيمته 2.5×10^{-4} wb يمر خلال (A) وفيضا قيمته 1.8×10^{-4} wb يمر خلال (B) . أوجد

(أ) معامل الحث الذاتي للملف A **[0.025 H]**

(ب)معامل الحث المتبادل بين الملفين **[0.072 H]**

(ج) متوسط القوة الدافعة المستحثة في (B) عندما يوقف التيار المار في A خلال 0.3s . **[- 0.48 V]**

****

٤٤- ملف عدد لفاته 200 turns يمر فيه تيار كهربى شدته 4 A نتج عنه فيض مغناطيسي 10^{-4} wb احسب: ❶ متوسط ق.د.ك المستحثة بين طرفيه إذا انعدم التيار خلال 0.01 s ❷ معامل الحث الذاتى للملف **[5×10^{-3} H , - 2 V]**

****

٤٥- ✍ ملف حثه الذاتي 0.03 H مكون من 100 لفة يمر به تيار كهربي يولد فيض مغناطيسي مقداره 6×10^{-4} wb فإذا انعدم التيار المار في الملف في 0.02 من الثانية ، احسب:

❶ متوسط القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف **[- 3 V]**

❷شدة التيار الذي كان يمر في الملف **[2 A]**

****

٤٦- 📖 احسب معامل الحث الذاتي لملف تتولد فيه قوة دافعة كهربية مستحثة مقدارها 10 V إذا تغيرت شدة التيار المار فيه بمعدل 40 A/s **[0.25 H]**

****

٤٧- ✍ يسري تيار كهربي شدته 5 A في ملف مكون من 500 لفة فأنتج فيضًا مغناطيسيًا قدره (10^{-4} wb –)فإذا انعدم التيار خلال 0.5 s فاحسب :❶القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في هذا الملف **[0.1 V]**

❷ معامل الحث الذاتي لهذا الملف **[0.01 H]**

❸ ما هي القاعدة المستخدمة في تحديد اتجاه التيار المستحث في الملف ؟ **[قاعدة لنز]**

٤٨- ✍ ملف حلزوني طوله 1.1 m يحتوى على 700 لفة مساحة مقطعه $10\ cm^2$ يمر به تيار شدته 2 A أوجد:
❶ كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محوره . [16×10^{-4} T]
❷ e.m.f المستحثة إذا انعدم التيار خلال 0.01 ثانية [- 0.112 V]
❸ معامل الحث الذاتي للملف علمًا بأن ($\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m .) [5.6×10^{-4} H]

****

٤٩- ✍ ملف لولبى طوله 10 cm ومساحة مقطعه $25\ cm^2$ وعدد لفاته 400 لفة يمر فيه تيار كهربى شدته 4 A احسب :
($\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m)
(أ) كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة على محور الملف داخله . [0.02 T]
(ب) معامل الحث الذاتى للملف . [5.029×10^{-3} H]
(ج) القوة الدافعة المتوسطة الناتجة فى الملف عندما ينعكس اتجاه التيار فى فترة زمنية 0.1 ثانية . [0.402 V]

****

٥٠- ملف حلزونى طوله 10 cm وعدد لفاته 4000 لفة ومساحة كل لفة من لفاته $\frac{70}{22}\ cm^2$ ، احسب معامل الحث الذاتى له ،
وما قيمة معامل الحث الذاتى له إذا تم قص 1000 لفة منه ؟ (علمًا بأن $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m)
[0.064 H , 0.048 H]

****

٥١- ✍ ملف حلزوني طوله 60 cm يتكون من 100 لفة مساحة مقطعه $40\ cm^2$ ومقاومته 4 Ω ملفوف حول قلب نفاذيته المغناطيسية 0.003 Wb/A.m يتصل بقطبي بطارية قوتها الدافعة 6 V ومقاومتها الداخلية مهملة وعند فتح الدائرة انعدم التيار في 0.2 s احسب معامل الحث الذاتي للملف [0.2 H]

****

٥٢- ✍ ملف مقاومته 12 Ω وصل طرفاه إلى بطارية قوتها الدافعة 36 V ومقاومتها الداخلية مهملة فإذا كان الحث الذاتي للملف 0. 25 H احسب:
(أ) القوة الدافعة التأثيرية الذاتية المتولدة بالملف عندما يكون معدل نمو التيار فيه 48 A/s [- 12 V]
(ب) شدة التيار المار في الملف عندئذ [2 A]

****

٥٣- ملف حث معامل حثه الذاتي 0.1 H وصل ببطارية قوتها الدافعة 60 V فإذا كانت مقاومة الدائرة 20 Ω أوجد:
(أ) emf لحظة غلق الدائرة [60 V]
(ب)معدل نمو التيار لحظة غلق الدائرة [600 A/s]
(ج) شدة التيار العظمى [3 A]
(د) معدل نمو التيار عندما تبلغ شدة التيار ثلث الشدة العظمى [400 A/s]

****

٥٤- ملفان حلزونيان الاول طوله ℓ ومساحة وجهه A وعدد لفاته N والثاني طوله $\frac{1}{2}\ell$ ومساحة وجهه 2 A وعدد لفاته $\frac{1}{4}N$
، احسب النسبة بين معامل الحث الذاتى لهما . [$\frac{4}{1}$]

****

٥٥- ✍ ملفان متجاوران A ، B عدد لفاتهما 400 لفة و 1000 لفة على الترتيب فإذا مر تيار شدته 5 A في الملف A ينتج عنه فيض 8×10^{-4} wb في الملف A وفيض 3×10^{-4} wb في الملف B أوجد:
(أ) معامل الحث الذاتي للملف A [0.064 H]
(ب)متوسط القوة الدافعة المستحثة في الملف B عندما ينعدم التيار في الملف A في زمن 0.1 ثانية [-3 V]

****

٥٦- ملفان متجاوران A , B عدد لفاتهما 500 لفة ، 2000 لفة على الترتيب وإذا تغير التيار فى الملف A بمقدار 10 A فتغير الفيض المغناطيسى فى الملف A بمقدار 2×10^{-3} Wb وفى الملف B بمقدار 10^{-4} Wb اوجد :
(أ) معامل الحث الذاتى للملف A (ب) معامل الحث المتبادل بين الملفين .
(جـ) متوسط emf الناشئة فى كل من الملفين A , B إذا انقطع تيار مقداره 15 A يمر فى الملف A فى زمن قدره 0.3 s
[0.1 H , 0.02 H , 5 V , 1 V]

****

خامسا : العلاقات البيانية

٥٧- الجدول الآتي يوضح التغير في الفيض المغناطيسي الذي يقطع ملف عدد لفاته 100 لفة ومقاومته 20Ω مع الزمن :

$\Phi_m \times 10^{-6}$ (weber)	0	100	200	300	300	300	300
t (ms)	0	1	2	3	4	5	6

ارسم العلاقة البيانية بين الفيض المغناطيسي على المحور الرأسي والزمن على المحور الأفقي ، مستعينا بالرسم أوجد:

❶ متوسط emf المتولد بين طرفي الملف خلال الثلاث ثوان الأولى **[-10V]**

❷ متوسط emf المتولد بين طرفي الملف خلال الثلاث ثوان الأخيرة **[0]**

❸ متوسط شدة التيار المار في الملف خلال الثلاث ثوان الأولى **[0.5A]**

****

٥٨- الجدول الآتي يوضح العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية المستحثة الناتجة فى ملف (emf) ومعدل التغير فى شدة التيار فيه (ΔI/Δt) بالمللى أمبير / ثانية :

emf (V)	0.5	0.7	0.8	x	1.2
(ΔI/Δt) (mA/s)	50	70	80	110	120

(أ) ارسم العلاقة البيانية بحيث تكون (emf) على المحور الرأسى ، (ΔI/Δt) على المحور الأفقى .

(ب) من الرسم أوجد

❶ القوة الدافعة المستحثة المتولدة فى الملف عندما يكون معدل التغير فى شدة التيار 110 مللى أمبير / ثانية. **[1.1V]**

❷ معامل الحث الذاتى للملف L **[10 H]**

****

٥٩- فى تجربة لدراسة الحث المتبادل بين ملفين كانت العلاقة بين مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى الملف الثانى $(emf)_2$ والمعدل الزمنى للتغير فى شدة التيار فى الملف الأول $\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)_1$ كما فى الجدول التالى :

$(emf)_2$ (V)	0.1	0.3	0.5	0.6	0.9
$\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)_1$ (A/s)	0.2	0.6	1	x	1.8

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين $(emf)_2$ على المحور الرأسى ، $\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)_1$ على المحور الأفقى .

(ب) من الرسم أوجد

❶ قيمة x **[1.2 A/s]**

❷ معامل الحث المتبادل بين الملفين . **[0.5 H]**

****

٦٠- سلك مستقيم طوله 50 cm يتحرك عموديًا على مجال مغناطيسى منتظم ، والجدول التالى يوضح العلاقة بين سرعة السلك (v) والقوة الدافعة المستحثة المتولدة بين طرفيه (emf)

v (m/s)	2.5	10	17.5	22.5
emf (V)	0.5	2	3.5	4.5

١- ارسم العلاقة بيانيًا بين (emf) على المحور الرأسى . و (v) على المحور الأفقى (فى ورقة الرسم البيانى) .

٢- من الرسم البيانى أوجد قيمة كثافة الفيض المغناطيسى . **[0.1 T]**

****

٦١- يتحرك سلك مستقيم طوله 20 cm داخل فيض مغناطيسى منتظم وعمودي على اتجاه حركة السلك ، والجدول التالى يوضح العلاقة بين سرعة السلك (v) والقوة الدافعة المستحثة المتولدة بين طرفيه (emf)

v (m/s)	0.25	0.5	0.75	b	1.5
emf (V)	0.01	0.02	0.03	0.05	a

١- ارسم العلاقة بيانيًا بين (emf) على المحور الرأسى . و (v) على المحور الأفقى .

٢- من الرسم أوجد

أ- قيمة كل من a , b **[0.06 V , 1.25 m/s]**

ب- كثافة الفيض المغناطيسى . **[0.2 T]**

المولد الكهربى – المحول الكهربى – المحرك الكهربى

اولا : مولد التيار الكهربي المتردد (الدينامو)

◈ ☜ الاستخدام

جهاز يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) إلى طاقة كهربية .

◈ ☜ التركيب :

❶ **مغناطيس ثابت قوى** يكون مغناطيس دائم أو مغناطيس كهربي على شكل حدوة الفرس وقطباه مقعرين .

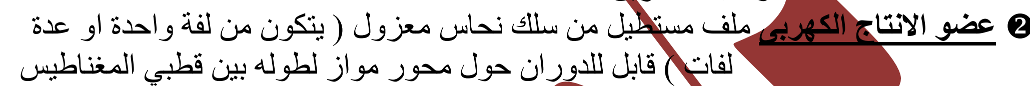
❷ **عضو الانتاج الكهربى** ملف مستطيل من سلك نحاس معزول (يتكون من لفة واحدة او عدة لفات) قابل للدوران حول محور مواز لطوله بين قطبي المغناطيس

❸ **حلقتا انزلاق معدنيتان :** تتصلان بنهايتي الملف وتدوران مع دوران الملف فى المجال المغناطيسي .

❹ **فرشتان من الجرافيت** : و هما ثابتتين وتلامس كل منهما إحدى الحلقتين ليمر التيار الكهربى المستحث في الملف خلالهما للدائرة الخارجية (قطبا الدينامو).

مغناطيس
ملف
حلقتا الانزلاق
الدائرة الخارجية
اتجاه الدوران
فرشتان من الجرافيت

◈ ☜ الأساس العلمى (فكرة عمله) :



بُنيت على أساس الحث الكهرومغناطيسي حيث انه عند دوران الملف بين قطبى المغناطيس فإنه يقطع خطوط الفيض فتتولد فى الملف قوة دافعة كهربية مستحثة وتيار كهربى مستحث ويمكن نقل التيار المستحث بواسطة أسلاك لمسافات طويلة .

استنتاج القوة الدافعة الكهربية المستحثة اللحظية المتولدة في ملف الدينامو



❶عند دوران الملف بسرعة خطية v حيث يقطع الضلعان أب ، جـ د فيض مغناطيسى كثافته B ، فإذا كانت الزاوية بين اتجاه السرعة الخطية وخطوط الفيض هى θ فإن emf المستحثة المتولدة فى كل من الضلعين (يمكن تحديد اتجاهها من فلمنج لليد اليمنى) :

$$emf = B\,\ell\,v\,\sin\theta$$

<u>حيث :</u> (ℓ) طول الضلع أب أو جـ د

بينما الضلعان ب جـ ، أ د لا تتولد فيهما emf مستحثة لأن اتجاه سرعة السلكين دائمًا موازى لاتجاه المجال المغناطيسي .

<u>وتصبح</u> emf فى اللفة الواحدة :-

$$emf = 2B\,\ell\,v\,\sin\theta$$

❷وبما أن السرعة الخطية للملف تتعين من العلاقة : $v = \omega r$

<u>حيث</u> : (ω) السرعة الزاوية

(r) نصف قطر الدائرة التى يدور فيها الملف حول محوره .

<u>فتصبح :-</u>

$$emf = 2B\,\ell\,\omega r\,\sin\theta$$

❸ وبما أن مساحة الملف تتعين من العلاقة :- $A = 2r\ell$

<u>فتصبح</u>

$$emf = A\,B\,\omega\,\sin\theta$$

❹ واذا كانت عدد لفات الملف N فتكون emf اللحظية :

$$emf_{\text{لحظية}} = N\,A\,B\,\omega\,\sin\theta$$

اتجاه الدوران
مغناطيس
ملف
ب
r
جـ
ℓ
N
S
أ
د
حلقتا الانزلاق
فرشتان من الجرافيت

فإذا كان

- مستوى الملف عمودى على خطوط الفيض فإن العمودى على الملف يكون موازيًا للمجال ($\theta = 0^o$)

$$emf = N\,A\,B\,\omega\,\sin 0 = 0$$

أى تنعدم القوة الدافعة الكهربية

- مستوى الملف موازى لخطوط الفيض فإن العمودى على الملف يكون عموديًا على المجال ($\theta = 90^o$)

$$(emf)_{max} = N\,A\,B\,\omega\,\sin 90 = N\,A\,B\,\omega$$

أى تصبح القوة الدافعة الكهربية قيمة عظمى .

يمكن تعيين emf المستحثة اللحظية بدلالة $(emf)_{max}$

$(emf)_{لحظية} = (emf)_{max} \sin\theta = N B A \omega \sin\theta = N B A \times 2 \pi f \sin \theta$

حيث

❶ السرعة الزاوية (ω) يتم تعيينها من العلاقة : $\omega = 2 \pi f$

حيث تردد الملف (f) = مقلوب الزمن الدورى = $\frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن بالثوانى}}$ ، $\pi = \frac{22}{7}$

❷السرعة الخطية = السرعة الزاوية × نصف القطر الدوران $V = \omega r$

حيث (r) نصف قطر المسار الذى يدور فيه ملف الدينامو ويمكن تعينه من العلاقة : $r = \frac{\text{عرض ملف الدينامو}}{٢}$

❸ لحساب الزاوية (θ) بالتقدير الستينى فإن θ = السرعة الزاوية (ω) × الزمن (t)

$\theta = \omega t = 2\pi f t = 360 f t \qquad (\pi = 180)$

أى أن

$$emf)_{لحظية} = N A B \; 2 \pi f \sin 2 \pi f t$$

(π الأولى = $\frac{22}{7}$ ، π الثانية = 180)

العمودي على الفيض او المجال .١
الرأسي .٢
وضع الصفر .٣

العمودي على مستوى الملف
مستوى الملف
خطوط الفيض او المجال
θ

الفيض او المجال المغناطيسى .١
الأفقي .٢
وضع النهاية العظمى .٣

الزاوية θ :

هى كما هو موضح بالشكل المقابل :

- الزاوية بين اتجاه سرعة الملف واتجاه كثافة الفيض .
- أو الزاوية المحصورة بين العمودي على مستوى الملف والمجال
- أو الزاوية بين العمودي على المجال ومستوى الملف
- أو زاوية دوران الملف من الوضع العمودي على الفيض.

العوامل التي تتوقف عليها القوة الدافعة اللحظية المستحثة المتولدة في ملف دينامو التيار المتردد

العلاقة بين	الشكل البيانى	دلالة الميل
(١) التردد (f) أو السرعة الزاوية (ω) التى يتحرك بها الملف " علاقة طردية "	emf – f	$slope = \frac{emf}{f}$ $\therefore slope = NBA \times 2\pi \sin\theta$
(٢) مساحة وجه الملف (A) " علاقة طردية "	emf – A	$slope = \frac{emf}{A}$ $\therefore slope = NB \times 2\pi f \sin\theta$
(٣) كثافة الفيض المغناطيسى (B) للمغناطيس المستخدم " علاقة طردية "	emf – B	$\therefore slope = \frac{emf}{B}$ $\therefore slope = NA \times 2\pi f \sin\theta$
(٤) جيب الزاوية بين العمودى على مستوى الملف والفيض المغناطيسى أو جيب الزاوية بين اتجاه السرعة الخطية واتجاه الفيض (sinθ) " علاقة طردية "	emf – sinθ	$\therefore slope = \frac{emf}{\sin\theta}$ $\therefore slope = NBA \times 2\pi f$
(٥) عدد لفات الملف (N) علاقة طردية	emf – N	$\therefore slope = \frac{emf}{N}$ $\therefore slope = BA \times 2\pi f \sin\theta$

شرح عمل المولد خلال دورة كاملة

❶ عندما يدور الملف بين قطبي المغناطيس مبتدئًا من الوضع الذى يكون فيه مستواه عمودى على خطوط الفيض ($\theta = 0^o$) كما بالشكل : **أى أن:** $emf = (emf)_{max} \sin 0 = 0$

ينعدم كل من emf المستحثة وشدة التيار المستحث .

❷ عندما يدور الملف ويصبح مستواه موازيًا لخطوط الفيض تصبح emf قيمة عظمى وكذلك شدة التيار المستحث .

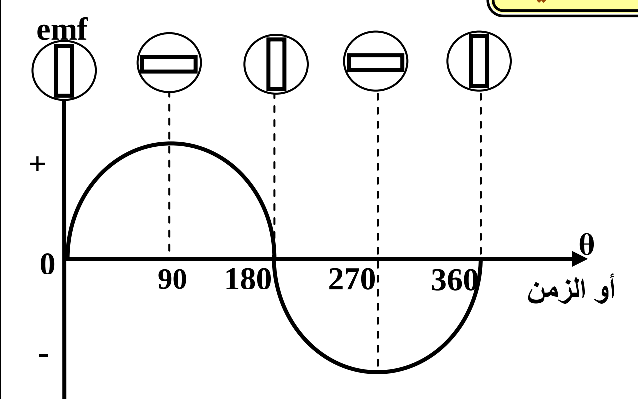
❸ ثم يدور الملف ليصبح مستواه عموديًا على خطوط الفيض مرة أخرى وتنعدم emf

❹ تتكرر الخطوة ❷ ثم الخطوة ❸ ، وبذلك يتم الملف دورة كاملة ويمكن تمثيل ذلك بمحنى جيبي كما يلى :

العلاقة البيانية لشدة التيار (I) مع زاوية الدوران (θ) (المنحنى الجيبي)

وضع الملف	θ	sinθ	شدة التيار	التمثيل البيانى
$t = 0$	0	0	0	
$t = \frac{T}{4}$	90°	+1	قيمة عظمى	
$t = \frac{T}{2}$	180°	0	صفر	
$t = \frac{3T}{4}$	270°	-1	قيمة عظمى (في الاتجاه المضاد)	
$t = T$	360°	0	0	

العلاقة البيانية المستحثة (emf) مع زاوية الدوران (θ) (المنحنى الجيبي)



◈☜ تكون القوة الدافعة المستحثة نهاية عظمى عند :
$\theta = 90° , 270°$

◈☜ تنعدم القوة الدافعة المستحثة عند :
$\theta = 0° , 180° , 360°$

مما سبق يتضح أن

❶ I تساوى صفر عندما emf تساوى صفر .
I قيمة عظمى عندما emf قيمة عظمى .

أي أن

التيار المستحث يتناسب طرديًا مع القوة الدافعة المستحثة وبالتالي فإن التيار المستحث اللحظي يُحسب من العلاقة :

$$I_{لحظية} = I_{max} \sin\theta = I_{max} \times \sin\omega t = I_{max} \times \sin 2\pi ft$$

❷ التيار المتولد من الدينامو يغير اتجاهه كل نصف دورة ويعرف بالتيار المتردد

التيار المتردد
" التيار الكهربي الذى تتغير شدته واتجاهه دوريًا مع الزمن . "

استنتاج متوسط القوة الدافعة المستحثة في الملف $(emf)_{متوسط}$

☜ من قانون فاراداي : $\because emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -N\frac{BA\Delta\sin\theta}{\Delta t}$ (حيث θ الزاوية بين مستوى الملف والمجال)

متوسط emf فى الدينامو خلال ربع دورة	متوسط emf فى الدينامو خلال نصف دورة
- خلال ربع دورة يتغير الفيض من 90^o الى 180^o - Δt زمن ربع دورة هو ربع الزمن الدورى $emf = -N\frac{BA(\sin 180 - \sin 90)}{\frac{1}{4}T}$ $emf = -N\frac{BA(0-1)}{\frac{1}{4f}} = 4NBAf$ $emf_{(متوسطة)}$ خلال ربع دورة $= 4fABN$ - بضرب الطرف الايسر فى ($\frac{\pi}{\pi}$) وحيث $\omega = 2\pi f$ $emf = N A B \omega \frac{2}{\pi}$ $emf = emf_{max}\frac{2}{\pi}$	- خلال نصف دورة يتغير الفيض من 90^o الى 270^o - Δt زمن نصف دورة هو ربع الزمن الدورى $emf = -N\frac{BA(\sin 270 - \sin 90)}{\frac{1}{2}T}$ $emf = -N\frac{BA(-1-1)}{\frac{1}{2f}} = 4NBAf$ $emf_{(متوسطة)}$ خلال نصف دورة $= 4fABN$ بضرب الطرف الايسر فى ($\frac{\pi}{\pi}$) وحيث $\omega = 2\pi f$ $emf = N A B \omega \frac{2}{\pi}$ $emf = \frac{2}{\pi} emf_{max}$

القيمة الفعالة للتيار

◈ ☜ تتغير قيمة التيار من ($+ I_{max}$) الى ($- I_{max}$) ، وبالتالي تكون القيمة المتوسطة للتيار المتردد تساوى صفر ($I_{متوسط} = 0$) .

◈ ☜ تستنفذ الطاقة الكهربية كطاقة حرارية نتيجة حركة الشحنة الكهربية ويتناسب معدل الطاقة الكهربية المستنفذة طرديًا مع مربع شدة التيار .

◈ ☜ أفضل طريقة لقياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد هى إيجاد قيمة التيار الموحد الاتجاه الذى يولد نفس معدل التأثير الحرارى فى مقاومة معينة ، وهذه القيمة تسمى القيمة الفعالة للتيار (I_{eff}) وتساوى 0.707 من النهاية العظمى للتيار .

أى أن

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0.707 I_{max}$$

◈ ☜ وبالمثل فإن القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربية :

$$emf_{eff} = \frac{emf_{max}}{\sqrt{2}} = 0.707 emf_{max}$$

القيمة الفعالة للتيار المتردد

شدة التيار المستمر الذى يولد نفس الطاقة الحرارية التى يولدها التيار المتردد فى نفس المقاومة وخلال نفس الزمن .

أو

شدة التيار المستمر الذى يولد نفس القدرة الكهربية التى يولدها التيار المتردد فى نفس المقاومة .

م	علل	الإجابة
١	القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في الدينامو تكون قيمة عظمى عندما يكون مستواه موازيا لخطوط الفيض المغناطيسي	لأنه تبعًا للعلاقة ($emf = N B A \omega \sin\theta$) عندما يكون مستوى الملف موازيًا للفيض يصبح اتجاه الحركة عموديًا على الفيض ($\theta = 90°$) فيكون معدل قطع الملف للفيض أكبر ما يمكن .
٢	متوسط emf فى ملف الدينامو خلال ربع دورة = متوسط emf فى ملف الدينامو خلال نصف دورة	لأن تضاعف التغير في الفيض خلال نصف دورة يقابله تضاعف للزمن الحادث فيه فيكون معدل التغير في الفيض كما في ربع الدورة .
٣	متوسط emf المتولدة في ملف خلال دورة كاملة = صفر	لان متوسط emf المستحثة خلال النصف الأول من الدورة يساوى ويعاكس لمتوسط emf خلال النصف الثانى من الدورة فيكون المحصلة تساوى صفر .
٤	القيمة المتوسطة للتيار المتردد خلال دورة كاملة = صفر	لأن شدة التيار تتغير خلال نصف دورة فى اتجاه وفى النصف الآخر للدورة تتغير بنفس الكيفية فى الاتجاه المضاد .

م	ما معنى أن	معنى ذلك أن
١	القيمة الفعالة لتيار متردد = 4 A	شدة التيار المستمر الذى يولد نفس الطاقة الحرارية الناتجة من التيار المتردد فى نفس المقاومة وخلال نفس الزمن = 4 A
٢	تردد التيار المنزلي = 50 ذبذبة /ثانية	عدد الذبذبات الكاملة التى يصنعها التيار المتردد فى الثانية = 50 ذبذبة

أمثلة محلولة

ملف مستطيل ابعاده 20 cm × 10 cm مكون من 1000 لفة يدور حول محور موازى لطولـه فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه 35×10^{-3} T بسرعة $100\ \pi$ Rad/sec احسب :

الحل

1	ق.د.ك العظمى	$emf)_{max} = NAB\omega = 1000 \times 10 \times 20 \times 10^{-4} \times 35 \times 10^{-3} \times 100\ \pi = 220$ V
2	ق.د.ك الفعالة	$emf)_{eff} = emf)_{max} \times 0.707 = 155.54$ V
3	ق.د.ك اللحظية بعد 30^o من وضع الصفر (الرأسي)	$emf)_{ins} = emf)_{max} \times \sin 30^0 = 110$ V
4	ق.د.ك اللحظية بعد 30^o من وضع العظمى (الأفقي)	$emf)_{ins} = emf)_{max} \times \sin 60^0 = 190.5$ V
5	ق.د.ك اللحظية بعد $\frac{1}{600}$ sec من وضع الصفر (الرأسى)	$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50Hz$ $\theta = 360\ ft = 360 \times 50 \times \frac{1}{600} = 30^0$ $emf = emf)_{max} \sin 30 = 110V$
6	ق.د.ك اللحظية بعد $\frac{1}{600}$ sec من وضع العظمى (الافقى)	$emf)_{ins} = emf)_{max} \times \sin 60^0 = 190.5$ V
7	ق.د.ك اللحظية بعد $\frac{1}{12}$ دورة من وضع الصفر (الرأسى)	$\theta = 360N = \frac{1}{12} \times 360 = 30^o \Rightarrow emf = 110V$
8	ق.د.ك اللحظية بعد $\frac{1}{12}$ دورة من وضع العظمى (الافقى)	$emf)_{ins} = emf)_{max} \times \sin 60^0 = 190.5$ V
9	الزمن اللازم لوصول ق.د.ك الى نصف القيمة العظمى فى الاتجاه الموجب والاتجاه السالب لأول وثاني مرة	$emf)_{max} \sin\theta = \frac{1}{2} emf)_{max} \Rightarrow \sin\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 30 or 150$ $emf)_{max} \sin\theta = -\frac{1}{2} emf)_{max} \Rightarrow \sin\theta = -\frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 210 or 330$ $\therefore t)_{30} = \frac{\theta}{360 f} = \frac{30}{360 \times 50} = \frac{1}{600} s \Rightarrow t)_{150} = \frac{\theta}{360 f} = \frac{150}{360 \times 50} = \frac{1}{120} s$ $\therefore t)_{210} = \frac{\theta}{360 f} = \frac{210}{360 \times 50} = \frac{7}{600} s \Rightarrow t)_{150} = \frac{\theta}{360 f} = \frac{330}{360 \times 50} = \frac{11}{600} s$
10	عدد مرات الوصول للصفر خلال 3 ثواني	عدد مرات الوصول للصفر خلال 3 ثواني = 2ft + 1 = (2×50×3) + 1 = 301 مرة
11	عدد مرات الوصول للعظمى خلال ثانيتين	عدد مرات الوصول للعظمى خلال ثانيتين = 2ft = (2×50×2) = 200 مرة
12	عدد مرات الوصول للفعالة خلال 4 ثواني	عدد مرات الوصول للفعالة خلال 4 ثواني = 4ft = (4×50×4) = 800 مرة

الحل	السؤال	م
$emf = \frac{2(emf)_{max}}{\pi} = \frac{2\times220\times7}{22} = 140V$	متوسط ق.د.ك خلال ربع دورة بدءًا من وضع الصفر	13
	متوسط ق.د.ك خلال ربع دورة بدءًا من وضع العظمى	14
	متوسط ق.د.ك خلال نصف دورة بدءًا من وضع الصفر	15
$emf = 0$	متوسط ق.د.ك خلال نصف دورة بدءًا من وضع العظمى	16
$emf = \frac{2}{3\pi} emf)_{max} = \frac{2\times220\times7}{3\times22} = 46,67V$	متوسط ق.د.ك خلال $\frac{3}{4}$ دورة بدءًا من وضع الصفر	17
$emf)_{\frac{1}{6}} = -N\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t} = -\frac{BA\Delta\sin\theta}{\Delta t} = -\frac{BA(\sin150-\sin90)}{\frac{1}{6}T}$ $= 3NBAf \times \frac{2\pi}{2\pi} = \frac{3}{2\pi} NAB\omega = \frac{3}{2\pi} emf)_{max} = \frac{3\times220\times7}{2\times22} = 105V$	متوسط ق.د.ك خلال $\frac{1}{6}$ دورة بدءًا من وضع الصفر	18
$Q = W = V_{eff} \times I_{eff} \times t = (I_{eff})^2 \times R \times t = \frac{(V_{eff})^2}{R} \times t$ $Q = \frac{(220\times0.707)^2}{10} \times \frac{1}{50} = 48.4\,joule$	الطاقة الحرارية المتولدة فى مقاومة 10Ω خلال دورة كاملة	19
$\tau = BIAN \Rightarrow \tau = BI_{eff}AN \Rightarrow \tau = B\frac{V_{eff}}{R}AN$ $\tau = \frac{35\times10^{-3}\times220\times0.707\times0.02\times1000}{5} = 217.756\,N.m$	عزم الازدواج اللازم لتدوير ملف الدينامو بنفس السرعة عند توصيله بمجموعة أجهزة على التوالى محصلة مقاومتها 5Ω	20

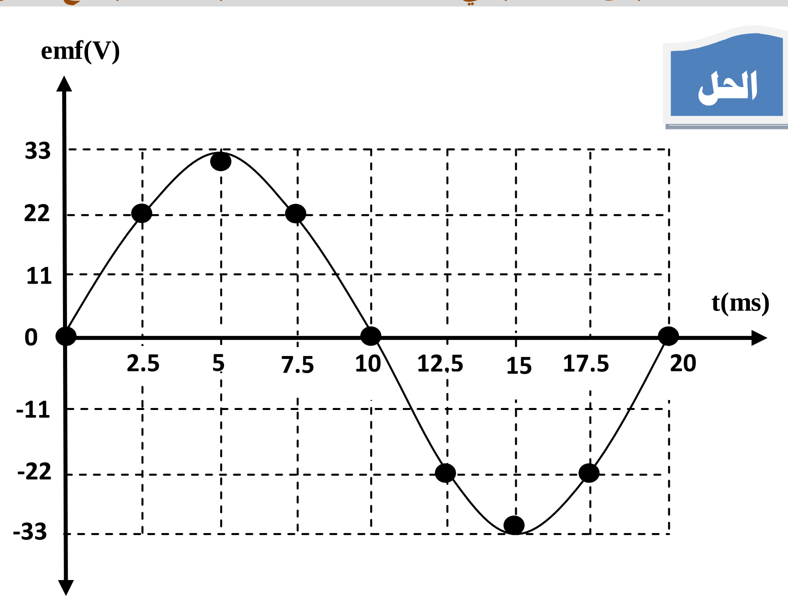
****

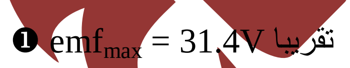
٥- (الأزهر ١٩٩٦) الجدول التالي يوضح قيمة emf المتولدة في ملف دينامو مساحة مقطعه $0.125m^2$ وعدد لفاته 200 لفة خلال دورة كاملة مثل هذه النتائج بيانيا

0	- 22	- 31.4	- 22	0	22	31.4	22	0	emf (V)
20	17.5	15	12.5	10	7.5	5	2.5	0	t (ms)

ومن الرسم أوجد: ❶ القيمة العظمى للقوة الدافعة المستحثة المتولدة . ❷ تردد التيار الناتج ❸ كثافة الفيض المغناطيسي ❹ emf اللحظية عندما يصنع مستوى الملف 60° مع الفيض المغناطيسي (π = 3.14)

الحل




❶ $emf_{max} = 31.4V$ تقريبا

❷ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20\times10^{-3}} = 50Hz$

❸
$\because emf_{max} = NAB\omega$

$\Rightarrow \therefore B = \frac{emf_{max}}{NA\omega} = \frac{31.4}{200\times0.125\times2\times3.14\times50}$

$\therefore B = 0.004\,Tesla$

❹ $emf_{اللحظية} = emf_{max}\sin\theta = 31.4\times\sin30 = 15.7V$

تقويم التيار الكهربى المتردد فى المولد الكهربى

◈ ☜ يقصد بتقويم التيار الكهربى المتردد تحويل التيار المتردد المتغير الشدة والاتجاه الى تيار موحد الاتجاه وثابت الشدة تقريبًا ، حيث تتطلب كثير من التطبيقات الكهربية استخدام تيار مستمر DC وليس تيار متردد AC .

I t تيار متردد

I t تيار مستمر

تقويم التيار الكهربى المتردد

تحويل التيار الكهربى المتردد فى الدينامو الى تيار موحد الاتجاه والشدة تقريبًا .

◈ ☜ **يمكن تقويم التيار المتردد في الدينامو لينتج:**

❶ تيار كهربى موحد الاتجاه متغير الشدة .

❷ تيار كهربى موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريبًا .

اولا : الحصول على تيار كهربى موحد الاتجاه متغير الشدة

◈ **الاستخدام :**

تحضير بعض الفلزات بالتحليل الكهربى لمركباتها .

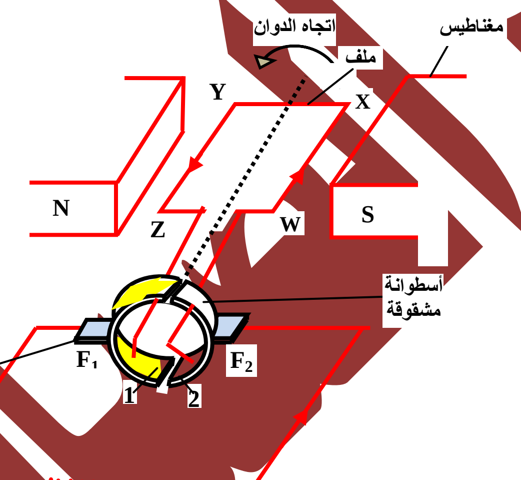
◈ **التركيب :**

يتم استبدال الحلقتين المعدنيتين بمقوم التيار ويتركب من أسطوانة معدنية جوفاء مشقوقة الى نصفين (1 , 2) معزولين تمامًا عن بعضهما ، ويلامس نصفى الأسطوانة (1 , 2) أثناء دورانهما فرشتان (F_1 , F_2) ويراعى أن تلامس الفرشتان الشقين العازلين فى اللحظة التى يكون فيها مستوى الملف عمودى على خطوط الفيض أى تكون emf = 0

مقوم تيار

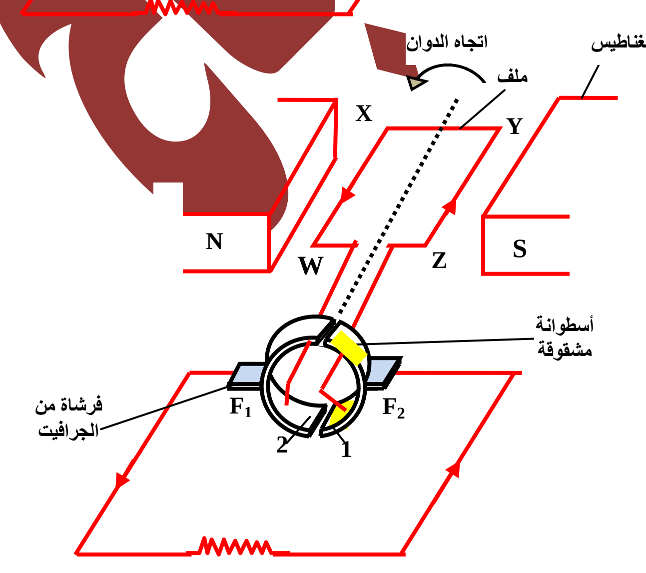
◈ **شرح العمل :**

إذا بدأ الملف فى الدوران فى الاتجاه المبين بالرسم فإنه :



❶ في النصف الأول من الدورة

ستكون الفرشاة (F_1) ملامسة لنصف الأسطوانة (1) والفرشاة (F_2) ملامسة لنصف الأسطوانة (2) وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى لفلمنج على الضلعين ZY ، XW وبالتالي فإن التيار يمر فى الملف فى الاتجاه (WXYZ) فيمر التيار فى الدائرة الخارجية من الفرشاة (F_1) الى الفرشاة (F_2) .



❷ في النصف الثاني من الدورة

يعكس التيار الكهربى اتجاهه فى الملف ليمر فى الاتجاه (ZYXW) ، وفى نفس الوقت تصبح الفرشاة (F_1) ملامسة لنصف الأسطوانة (2) والفرشاة (F_2) ملامسة لنصف الأسطوانة (1) فيمر التيار فى الدائرة الخارجية من الفرشاة (F_1) الى الفرشاة (F_2) أى فى نفس اتجاهه خلال النصف الأول من الدورة .

❸ مع استمرار الدوران تظل الفرشاة (F_1) موجبة الجهد والفرشاة (F_2) سالبة الجهد لذلك يكون التيار الكهربى والقوة الدافعة الكهربية فى الدائرة الخارجية موحدا الاتجاه ولكن مقدارهما يتغير من الصفر الى النهاية العظمى ثم الى الصفر كل نصف دورة من دورات الملف كما بالشكل .

شدة التيار
0 ¼ ½ ¾ 1
عدد الدورات

ثانيا : الحصول على تيار كهربى موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريباً

I
شدة التيار الكهربى
θ
زاوية الدوران (أو الزمن)

◈ **الاستخدام :**

طلاء المعادن بالكهرباء – عمليات شحن المراكم .

◈ **التركيب :**

❶تستخدم عدة ملفات بينها زوايا صغيرة .

❷تستخدم أسطوانة معدنية مجوفة مشقوقة الى عدد من الأجزاء يساوى ضعف عدد الملفات .

فتكون شدة التيار الكهربى المار فى الدائرة الخارجية ثابتة القيمة تقريباً .

◈ ☜ **يمكن المقارنة بين التيار المتردد والتيار المستمر كما يلي :**

	التيار المتردد	التيار المستمر
كيفية الحصول عليه	دينامو التيار المتردد	* دينامو التيار المستمر . * الأعمدة الكهربية . * المراكم
مولداته	رخيصة التكاليف مثل مساقط المياه	كبيرة التكاليف مثل البطاريات
الخواص	متغير الشدة والاتجاه بنظام دورى ثابت	ثابت الشدة وموحد الاتجاه بمرور الزمن
تغيير شدته	يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربية بالمحولات .	يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربية أى أنها ثابتة
تحويله	يمكن تحويله الى تيار ثابت بالتعديلات على مولداته أو بالوصلة الثنائية .	لا يمكن تحويله الى تيار متردد بالطرق العادية .
تمثيله بيانيًا	يمثل بمنحنى جيبى	يمثل بخط مستقيم
مروره في المكثفات	يمر في دائرة بها مكثف	لا يمر في دائرة بها مكثف
إمكانية النقل	يمكن نقله لمسافات بعيدة دون فقد يذكر في الطاقة باستخدام المحول الكهربى .	لا يمكن نقله لمسافات بعيدة حيث يفقد طاقة كبيرة على شكل حرارة في الأسلاك .
الاستخدام	* الإضاءة . * التسخين .	* الإضاءة . * التسخين . * الطلاء بالكهرباء . * شحن المراكم

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**مقوم التيار يعطي تيارا موحد الاتجاه في الدينامو .**	لأنه عندما يبدأ التيار في تغيير اتجاهه داخل الملف يتبادل نصفي الأسطوانة (المقوم المعدني) مكانيهما بالنسبة لفرشتي الجرافيت فيصبح اتجاه التيار في الدائرة الخارجية موحد الاتجاه
٢	**يتصل أطراف ملفات الدينامو بأسطوانة معدنية مجوفة مشقوقة إلي عدد من الأجزاء يساوي ضعف عدد الملفات**	حتى تلامس الفرشتان دائمًا جزئي الأسطوانة المتصلين بالملف الموازي لخطوط الفيض المغناطيسي فيصبح التيار دائمًا نهاية عظمى ويكون ثابت الشدة تقريبًا ، وبالتالي يمكن الحصول على تيار مقوم .

ثانيا : المحول الكهربى

◈ ☜ الوظيفة :

جهاز يقوم برفع أو خفض القوة الدافعة الكهربية المترددة .

◈ ☜ الاستخدام :

❶ تقليل الفقد فى الطاقة الكهربية أثناء نقلها من محطات توليدها الى أماكن استخدامها على مسافات بعيدة عبر أسلاك معدنية .
❷ تستخدم فى بعض الأجهزة المنزلية كالأجراس والثلاجات .

◈ ☜ أنواع المحولات :

❶ محولات رافعة للجهد تستخدم عند محطات التوليد .
❷ محولات خافضة للجهد تستخدم عند محطات التوزيع .

◈ ☜ التركيب:

❶ **قلب من الحديد** : لتركيز خطوط الفيض .
❷ **ملفان ابتدائى وثانوى** : ملفوفان حول قلب الحديد .

◈ ☜ رمز المحول :

◈ ☜ الأساس العلمى :

الحث المتبادل بين ملفين .

◈ ☜ شرح عمل المحول :

- يوصل الملف الابتدائى بمصدر التيار المتردد المراد تحويله ، ويوصل الملف الثانوى بالدائرة الكهربية المراد إمدادها بقيمة معينة للجهد .
- عند غلق دائرة الملف الثانوي يمر تيار متردد فى الملف الابتدائى فيتولد حوله وبداخله فيض مغناطيسى متردد ويعمل القلب الحديدي على تركيز هذا الفيض الناتج عن التيار المتردد ليقطع لفات الملف الثانوى .
- نتيجة التغير فى الفيض المغناطيسى تتولد emf فى الملف الثانوى لها نفس التردد .
- تكون قيمة emf المستحثة أكبر أو أقل من emf للمصدر حسب النسبة بين عدد لفات الملفين الثانوى والابتدائي .

ملاحظات

❶ عند فتح دائرة الملف الثانوى يكاد ينعدم التيار المار في الملف الإبتدائي لأن الحث الذاتي للملف الابتدائى يولد emf مستحثة تتزن مع القوة الدافعة الكهربية للمصدر الخارجي وقد يستهلك جزء من الجهد داخل مقاومة السلك .
❷ ترتبط emf المستحثة فى الملف الابتدائى بالمعدل الذى يتغير به الفيض .
❸ تعمل emf المستحثة فى الملف الابتدائى على تحديد قيمة التيار بحيث لا يزداد أكثر من اللازم فيحترق الملف الابتدائى .

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**يصنع قلب المحول الكهربي من شرائح معزولة من الحديد المطاوع السيلكوني**	لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد المطاوع السليكونى كبير فيعمل على تركيز الفيض المغناطيسي . كما أن المقاومة النوعية له كبيرة وعندما يكون القلب على شكل شرائح معزولة تزداد مقاومته وهذا يحد من التيارات الدوامية ويقلل الطاقة الكهربية المفقودة .
٢	**تصنع ملفات المحول الكهربي من أسلاك نحاسية**	لصغر المقاومة النوعية للنحاس فتكون مقاومة الملفات صغيرة وتقل الطاقة المفقودة فيها على شكل حرارة وبالتالي تقل القدرة المفقودة في الأسلاك .

٣	**لا يستخدم المحول في رفع أو خفض القوة الدافعة الكهربية المستمرة .**	لأن الفيض المغناطيسى الناشئ عن التيار المستمر ثابت فلا تتولد emf مستحثة بالحث المتبادل و هو أساس عمل المحول الكهربى .
٤	**لا يستهلك المحول طاقة عند فتح دائرة ملفه الثانوي رغم توصيل ملفه الابتدائي بمصدر كهربي**	لأن عند فتح دائرة ملفه الثانوي يتولد في الملف الإبتدائي emf مستحثة عكسية ذاتية تساوي تقريبًا emf للمصدر وينعدم مرور التيار في الملف الإبتدائي وتنعدم الطاقة المستهلكة .
٥	**يعمل المحول عند غلق دائرة ملفه الثانوي**	لأنه لحظة غلق دائرة الملف الثانوي ومرور تيار فيه فإن الفيض المغناطيسي الناتج عن تيار الملف الثانوى يقطع لفات الملف الإبتدائي ويقضي على التيار العكسي الذاتي فيه ليمر تيار المصدر في الملف الإبتدائي .

العلاقة بين القوتين الدافعتين الكهربيتين في ملفي المحول المثالي

◈ إذا كان جهد الملف الابتدائى (المصدر) V_P و عدد لفاته الملف N_P ، والقوة الدافعة المستحثة المتولدة فى الملف الثانوى V_S وعدد لفاته N_S فإنه :

- عند غلق دائرة الملف الثانوي يتولد بين طرفيه emf مستحثة :

$$V_s = -N_s \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} - - - - - -(1)$$

حيث : $\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$ معدل خطوط الفيض التى تقطع الملف الثانوى .

- عند فتح دائرة الملف الثانوي مع اتصال الملف الابتدائي بالمصدر الكهربى يتولد بالحث الذاتى للملف الابتدائى emf مستحثة = emf للمصدر .

$$V_P = -N_P \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} - - - - -(2)$$

وبفرض عدم وجود فقد فى الفيض المغناطيسى يمكن قسمة (1) على (2) :

$$\therefore \frac{V_s}{V_P} = \frac{N_s}{N_P}$$

فإذا كان

- $N_P < N_S$ تكون القوة الدافعة الكهربية للملف الثانوى أكبر من القوة الدافعة الكهربية للملف الابتدائى ويصبح المحول رافع للجهد .
- $N_P > N_S$ تكون القوة الدافعة الكهربية للملف الثانوى أصغر من القوة الدافعة الكهربية للملف الابتدائى ويصبح المحول خافض للجهد .

العلاقة بين شدتي التيارين في ملفي المحول المثالي

◈ بفرض عدم وجود فقد فى الطاقة الكهربية فى المحول ، فإنه تبعًا لقانون بقاء الطاقة :

الطاقة الكهربية المستنفذة في الملف الإبتدائي فى زمن معين = الطاقة الكهربية المتولدة في الملف الثانوي فى نفس الزمن

$$V_s I_s t = V_P I_P t$$

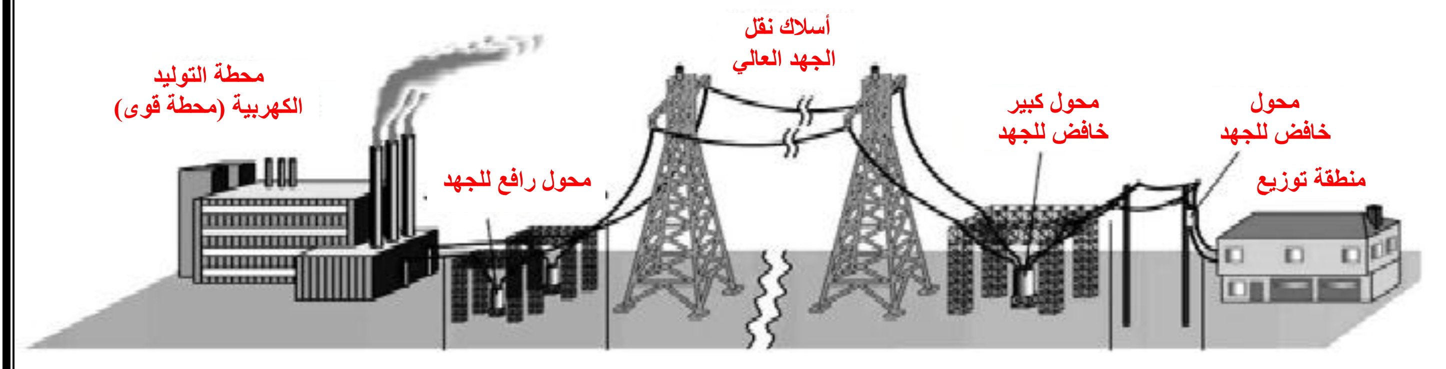
◈ قدرة الدخل " للملف الابتدائى " = قدرة الخرج " للملف الثانوى "

$$V_s I_s = V_P I_P \quad , \quad \therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_P}{I_s}$$

$$\because \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_P} \qquad \therefore \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_P}$$

أي أن : شدة التيار فى أى من الملفين تتناسب عكسيًا مع عدد لفاته .

القدرة عند محطة التوليد وعند مناطق التوزيع



◈ ☜ عند محطة التوليد الكهربية :

يستخدم المحول الرافع للجهد (خافض للتيار) حيث يتم رفع الجهد الى قيمة عالية ، وبالتالي تقل قيمة شدة التيار الى قيمة منخفضة جدًا ويقل الفقد فى القدرة ، وتكون :

القدرة المفقودة فى الأسلاك = $I^2 R$ ، الهبوط فى الجهد = $I R$

حيث R مقاومة الأسلاك .

أى أن : القدرة المستنفذة فى أسلاك التوصيل تتناسب طرديًا مع مربع شدة التيار .

◈ ☜ عند مناطق التوزيع :

تستخدم محولات خافضة للجهد (رافعة للتيار) ليصبح فرق الجهد على الملف الثانوى 220 V وهو الجهد المناسب لتشغيل الأجهزة الكهربية المستخدمة فى المنازل وتكون :

القدرة عند المستهلك (مناطق التوزيع) = القدرة عند المحطة (مناطق التوليد) – القدرة المفقودة فى الأسلاك

وجه المقارنة	المحول الرافع	المحول الخافض
الشكل		
الاستخدام	رفع الجهد الكهربى عند محطات التوليد	خفض الجهد الكهربى عند مناطق التوزيع
عدد اللفات	$N_P < N_S$	$N_S < N_P$
القوة الدافعة الكهربية	$V_P < V_S$	$V_S < V_P$
شدة التيار	$I_S < I_P$	$I_P < I_S$

كفاءة المحول الكهربى

◈ إذا لم يكن هناك فقد فى الطاقة الكهربية فى المحول أى أن الطاقة الكهربية المتولدة فى الملف الثانوى تساوى الطاقة الكهربية المستنفذة فى الملف الابتدائى فتكون كفاءة المحول 100% ، كما فى حالة المحول المثالى ومثل هذا المحول غير موجود فى الحياة العملية ، مما سبق يمكن تعريف كفاءة المحول الكهربى كالتالى :

كفاءة المحول الكهربي

النسبة بين قدرة الملف الثانوي إلي قدرة الملف الإبتدائي .

أو

النسبة بين الطاقة الكهربية المتولدة في الملف الثانوي إلى الطاقة الكهربية المستنفذة في الملف الإبتدائي في نفس الزمن .

☜ **تتعين كفاءة المحول من العلاقة**

$$\eta = \frac{(P_W)_S}{(P_W)_P} \times 100\% = \frac{V_s\, I_S}{V_p\, I_P} \times 100\% = \frac{V_S\, N_P}{V_P\, N_S} \times 100\%$$

☜ **ما معنى قولنا أن : كفاءة محول كهربى = 80%**

معنى ذلك أن النسبة بين الطاقة الكهربية المتولدة فى الملف الثانوي إلى الطاقة الكهربية المستنفذة في الملف الإبتدائي في نفس الزمن $= \frac{80}{100}$

أسباب فقد الطاقة الكهربية فى المحول الكهربى وكيفية التقليل منها :

م	أسباب فقد الطاقة فى المحول الكهربى	كيفية التقليل منها
١	يتحول جزء من الطاقة الكهربية فى الأسلاك الى طاقة حرارية .	صنع الملفات من أسلاك معدنية لها مقاومة نوعية صغيرة جدا مثل النحاس .
٢	يتحول جزء من الطاقة الكهربية فى القلب الحديدى الى طاقة حرارية بسبب التيارات الدوامية .	يصنع القلب الحديدى من شرائح رقيقة معزولة من الحديد المطاوع السيليكونى لكبر مقاومته النوعية .
٣	يتحول جزء من الطاقة الكهربية الى طاقة ميكانيكية تستنفذ فى تحريك جزيئات القلب الحديدى المغناطيسية .	يصنع القلب من الحديد المطاوع السيليكونى لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية .
٤	تسرب بعض خطوط الفيض المغناطيسى الناتج من الملف الابتدائى فلا تقطع الملف الثانوى .	يلف الملف الثانوى حول الملف الابتدائى

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	**لا يوجد محول كهربي مثالي (كفاءته ١٠٠٪)**	لتعدد صور فقد الطاقة لكهربية فى المحول ، فقد يكون الفقد فى صورة فيض مغناطيسى أو فى صورة حرارة بسبب مقاومة الأسلاك والتيارات الدوامية أو فى صورة ميكانيكية لتحريك جزيئات القلب الحديدى المغناطيسية .
٢	**تنتقل القدرة الكهربية من محطة توليد الكهرباء إلي المستهلك تحت فرق جهد مرتفع و تيار ضعيف**	حتى تقل القدرة المفقودة في أسلاك النقل لأن القدرة تتناسب طرديًا مع مربع شدة التيار ($P_w = I^2 R$) وتقل تكاليف النقل باستخدام أسلاك رفيعة .
٣	**استخدام محولات رافعة للجهد عند محطات التوليد الكهربية**	المحولات الرافعة ترفع الجهد عند المحطات فيؤدى ذلك الى انخفاض شدة التيار فى المحول مما يقلل الفقد فى القدرة عبر الأسلاك لأن شدة التيار تتناسب عكسيًا مع عدد لفات الملف .
٤	**يعتبر المحول الرافع للجهد خافضا للتيار بينما المحول الخافض للجهد رافع للتيار**	لأن فرق الجهد يتناسب عكسيًا مع شدة التيار عند ثبوت القدرة فتكون ($I = \frac{P_w}{V}$)

ملاحظة هامة

إذا كان هناك محول له ملف ابتدائي وملفان ثانويان فانه :-

❶عند غلق دائرة الملف الثانوى الأول :- $\frac{V_P}{V_{S_1}} = \frac{N_P}{N_{S_1}} = \frac{I_{S_1}}{I_P}$

❷عند غلق دائرة الملف الثانوى الثانى :- $\frac{V_P}{V_{S_2}} = \frac{N_P}{N_{S_2}} = \frac{I_{S_2}}{I_P}$

❸عند غلق دائرة الملفان الثانويان معا فإن :- $P_P = P_{S_1} + P_{S_2} \Rightarrow I_P V_P = I_{S_1} V_{S_1} + I_{S_2} V_{S_2}$

❹ يتم تعيين الكفاءة من العلاقة :

$$\eta = \frac{(P_W)_{S1} + (P_W)_{S2}}{(P_W)_P} \times 100\% = \frac{V_{S1} I_{S1} + V_{S2} I_{S2}}{V_P I_P} \times 100\% = \frac{(V_{S1} + V_{S2}) N_P}{V_P (N_{S1} + N_{S2})} \times 100\%$$

أمثلة محلولة

١ـ محول خافض كفاءته 90% وجهد ملفه الإبتدائي 200 V وجهد ملفه الثانوي 9 V فإذا كانت شدة التيار المار في الملف الإبتدائي 0.5 A وعدد لفات الملف الثانوي 90 لفة أوجد:

❶ شدة التيار في الملف الثانوي ❷ عدد لفات الملف الإبتدائي

الحل

❶ $\because \eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100 \Rightarrow \therefore 90 = \frac{9 \times I_s}{200 \times 0.5} \times 100 \Rightarrow \therefore I_s = 10A$

❷ $\because \eta = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100 \Rightarrow \therefore 90 = \frac{9 \times N_p}{200 \times 90} \times 100 \Rightarrow \therefore N_P = 1800$ لفة

****

٣ـ محول كهربي كفاءته 100% وصل ملفه الثانوي بمصباح كهربي ووصل ملفه الإبتدائي بمولد تيار متردد يتكون ملفه من 100 لفة ومساحة كل منها $600\ cm^2$ ويدور الملف بسرعة 1500 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.07 T فإذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي للمحول 1200 لفة وعدد لفات الملف الثانوي 600 لفة احسب القوة الدافعة الفعالة التي يعمل عليها المصباح .



$\because V_P = emf_{max} = NAB\omega$

$\Rightarrow \therefore V_P = 100 \times 600 \times 10^{-4} \times 0.07 \times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1500}{60} \Rightarrow \therefore V_P = 66V$

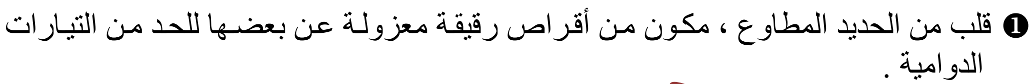
$\because \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_P} \Rightarrow \therefore \frac{V_s}{66} = \frac{600}{1200} \Rightarrow \therefore V_s = 33V$

$\therefore V_{eff} = 0.707 (V_s)_{max}$

$= 0.707 \times 33 = 23.331V$

****

ثالثا : محرك التيار الكهربى المستمر



◈ ☜ الاستخدام :

جهاز يستخدم في تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حركية (ميكانيكية) .

◈ ☜ التركيب :

❶ قلب من الحديد المطاوع ، مكون من أقراص رقيقة معزولة عن بعضها للحد من التيارات الدوامية .

❷ ملف مستطيل، يتكون من عدد كبير من لفات سلك نحاس معزول ملفوف حول القلب الحديد .

❸ مغناطيس قوي على شكل حذاء الفرس ، قطباه المتقابلان مقعران ، يدور الملف والقلب الحديدى بين قطبيه .

❹ أسطوانة معدنية مشقوقة بالطول إلى نصفين معزولين عن بعضهما وقابلين للدوران حول نفس محور دوران الملف بحيث يُراعى أن يكون مستوى المادة العازلة عموديًا على مستوى الملف وبالتالى تلامس الفرشتان شقى المادة العازلة عندما يكون مستوى الملف عموديًا على اتجاه المجال فينقطع التيار لحظة انقطاع العزم .

❺ فرشتان من الجرافيت ، تتصل كل منهما بأحد نصفي الأسطوانة المعدنية بحيث يُراعى ان يكون الخط الواصل بين الفرشتين موازى لخطوط الفيض .

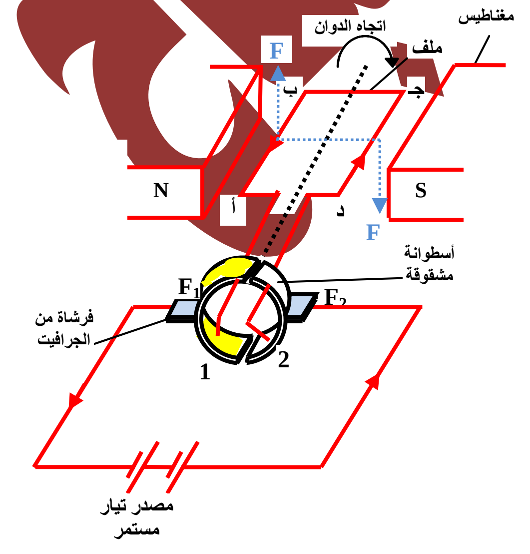
❻ بطارية يوصل قطبيها بالفرشتين عند تشغيل المحرك الكهربى .

◈ ☜ الاساس العلمي:

عزم الازدواج الناتج عن مرور تيار كهربى فى ملف قابل للدوران فى مجال مغناطيسى (نفس فكرة عمل الجلفانومتر ذو الملف المتحرك)

وجه المقارنة	الجلفانومتر	المحرك الكهربي (الموتور)
الفكرة	عزم الازدواج الناتج عن مرور تيار كهربى فى ملف قابل للدوران فى مجال مغناطيسى	
الاستخدام	الاستدلال على مرور التيارات الكهربية الضعيفة وتحديد اتجاهها وقياسها	تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية
القلب المعدنى	قلب من الحديد المطاوع على هيئة أسطوانة ثابتة غير مقسمة	قلب من الحديد المطاوع ، تدور مع الملف داخل المجال المغناطيسى ومقسمة للحد من التيارات الدوامية .
توصيل الملف	يوصل الملف بزوج من الملفات الزنبركية	يوصل الملف بنصفى أسطوانة مشقوقة
اتجاه التيار عند توصيله ببطارية	يمر التيار خلال الملف في اتجاه واحد .	يتبدل اتجاه التيار خلال الملف كل نصف دورة .

شرح عمل الموتور خلال دورة كاملة



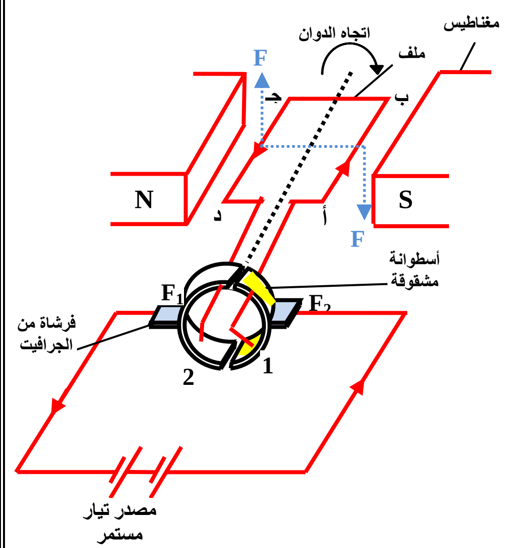
◈ فى الربع الأول من الدورة :

- عندما يكون مستوى الملف موازيًا للفيض فإن الفرشاة (F_1) تلامس نصف الأسطوانة (1) بينما تلامس الفرشاة (F_2) نصف الاسطوانة (2) فيمر التيار فى الملف فى الاتجاه (د جـ ب أ) .
- بتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليسرى نجد أن الضلع (أ ب) يتأثر بقوة الى أعلى ، بينما يتأثر الضلع (جـ د) بقوة الى أسفل .
- وحيث أن القوتان متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه وخطى عملهما متوازيان ، فإنهما يسببان ازدواجًا ويكون قيمة عظمى يعمل على دوران الملف (كما بالشكل)

◊ فى الربع الثانى من الدورة

- يقل عزم الازدواج تدريجيًا مع دوران الملف لنقص البعد العمودى بين القوتين(ذراع الازدواج) حتى ينعدم عندما يصبح مستوى الملف عموديًا على الفيض فتلامس الفرشتان المادة العازلة وينقطع التيار ويستمر الملف فى الدوران بسبب القصور الذاتى حتى يتجاوز المنطقتين العازلتين الملامستين للفرشتين (F_1) ، (F_2) و يصبح موازيًا للفيض مرة أخرى .

◊ فى الربع الثالث من الدورة :

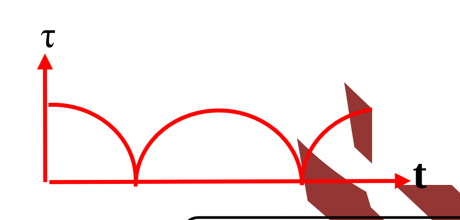


- يصبح مستوى الملف موازيًا للفيض مرة أخرى ويتبدل نصفا الأسطوانة موضعهما مع الفرشتين فتلامس الفرشاة (F_1) نصف الأسطوانة (2) بينما تلامس الفرشاة (F_2) نصف الأسطوانة (1) فيمر التيار فى الملف فى الاتجاه (أ ب جـ د) أى ينعكس اتجاه التيار فى الملف .
- بتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليسرى على اتجاه التيار الجديد نجد أن الضلع(جـ د) يتأثر بقوة الى أعلى ، بينما يتأثر الضلع (أ ب) بقوة الى أسفل وينشأ عزم ازدواج (قيمة عظمى) يعمل على استمرار دوران الملف فى نفس الاتجاه الدائرى السابق .



◊ فى الربع الرابع من الدورة

- يقل عزم الازدواج تدريجيًا مع دوران الملف حتى ينعدم عندما يكون مستوى الملف عموديًا على خطوط الفيض مرة أخرى ويستمر الملف فى الدوران بسبب القصور الذاتى حتى يكمل دورته ويصبح موازيًا للفيض ، ويتكرر ذلك كل دورة كاملة للملف .



◊ **الشكل التالى :** يمثل العلاقة بين عزم الازدواج الناشئ في ملف الموتور مع الزمن ونلاحظ من الشكل أن الربع الاول من الدورة يبدأ عند قيمة عظمى عندما يكون مستوى الملف موازيًا للفيض ،(على عكس الدينامو الذى يبدأ عندما يكون الملف عموديًا على الفيض)

كيفية زيادة كفاءة دوران المحرك الكهربى(التعديلات التى أدخلت على الموتور لزيادة قدرته)

❶ وضع مجموعة من الملفات بينها زوايا صغيرة متساوية .

❷ تقسيم الأسطوانة المعدنية إلى عدد من الأجزاء يساوي ضعف عدد الملفات بحيث يتصل طرفا كل ملف بجزأين متقابلين منها

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	استمرار دوان ملف المحرك الكهربى فى نفس الاتجاه .	لأن القصور الذاتى يعمل على استمرار الملف فى الدوران ويتبادل نصفا الأسطوانة موضعيهما بالنسبة لفرشتى الجرافيت فينعكس اتجاه التيار فى الملف ويستمر دوران الملف فى نفس الاتجاه .
٢	🕮 لزيادة قدرة الموتور يتم استخدام عدة ملفات بينهما زوايا صغيرة متساوية	للاحتفاظ بعزم دوران ثابت عند النهاية العظمى حيث يتواجد دائمًا ملف موازيًا للفيض المغناطيسي فيتأثر بأكبر عزم ازدواج و هكذا تدور الملفات بسرعة أكبر وتزداد كفاءة دوران المحرك
٣	أسطوانة الحديد المطاوع فى الأميتر (الجلفانومتر) غير مقسمة الى شرائح معزولة	لأن الأميتر يقيس تيار مستمر فلا تتولد فيه تيارات دوامية إلا لحظة فتح وغلق الدائرة فقط .

انتظام سرعة دوران الموتور

❶ أثناء دوران ملف الموتور فإنه يقطع خطوط الفيض المغناطيسى ، ونتيجة لتغير معدل قطع الملف لخطوط الفيض ، يتولد بالحث الذاتى للملف ق.د.ك مستحثة عكسية (حسب قاعدة لنز) تسبب مرور تيار عكسى اتجاهه في عكس اتجاه التيار الأصلى للبطارية ، فتقل شدة تيار المحرك .

شدة التيار المحرك المسبب للدوران = شدة تيار البطارية – شدة التيار العكسى

$$I_{ملف} = \frac{V_B - emf_{عكسية}}{R_{ملف}}$$

القوة الدافعة العكسية فى الموتور

هى القوة الدافعة المتولدة بالحث الكهرومغناطيسى فى ملف الموتور أثناء دورانه فى المجال المغناطيسى نتيجة لتغير معدل قطع خطوط الفيض وينشأ عنها تيار مستحث عكسى يعمل على انتظم سرعة دوران الموتور .

❷ عند زيادة سرعة دوران ملف الموتور :
يزداد معدل قطع الملف لخطوط الفيض المغناطيسى ، فتزداد تبعًا لذلك ق.د.ك المستحثة العكسية المتولدة فى الملف وبالتالى تزداد شدة التيار المستحث العكسى ، فتقل شدة التيار المحرك للموتور وتقل سرعة المحرك .

❸ عند نقص سرعة دوران ملف الموتور :
يقل معدل قطع الملف لخطوط الفيض المغناطيسى ، فتقل تبعًا لذلك ق.د.ك المستحثة العكسية المتولدة فى الملف وبالتالى تقل شدة التيار المستحث العكسى ، فتزداد شدة التيار المحرك للموتور وتزداد سرعة المحرك .

❹ عند سرعة معينة :
يثبت الفرق بين شدة تيار البطارية وشدة التيار العكسى ، وبالتالى تثبت شدة التيار المحرك لملف الموتور ، فتنتظم سرعة دورانه



◄ يعمل الموتور على تنظيم سرعته ذاتيا
جـ: لتولد تيار عكسي في ملف الموتور بالحث الكهرومغناطيسي فعندما تميل سرعة الملف إلى الزيادة تزداد شدة التيار العكسي فتقل شدة التيار المحرك للموتور وبالتالي تقل سرعته والعكس صحيح

ملاحظة هامة

فى بداية دوران ملف المحرك تكون شدة التيار المسببة للحركة كبيرة نسبيًا لعدم وجود ق.د.ك عكسية ولذلك توصل مقاومة (مؤقتة) مناسبة على التوالى مع ملف الموتور فى بداية الحركة ثم تفصل بعد فترة بعد تولد ق.د.ك العكسية التى تقوم بعد ذلك بتقليل شدة التيار المسبب للدوران ويتم حساب قيمة تلك المقاومة من العلاقة :

$$I_{ملف} = \frac{V_B}{R_{ملف} + R_{خارجية}} = \frac{V_B - emf_{عكسية}}{R_{ملف}}$$

أمثلة محلولة

١- يتصل محرك كهربي بمصدر كهربي V 120 احسب شدة التيار المار في ملف المحرك أثناء دورانه إذا كانت emf المستحثة العكسية المتولدة فيه V 80 ومقاومة الملفات Ω 5



$$I_{ملف} = \frac{V_B}{R_{ملف} + R_{خارجية}} = \frac{120 - 80}{5} = 8A$$

****

٢- محرك كهربي مقاومة ملفاته Ω 5 يعمل عند مرور تيار لا تقل شدته عن A 1 من مصدر V 100 احسب :
❶ emf المستحثة العكسية ❷ شدة التيار عند بدء التشغيل
❸ المقاومة اللازم توصيلها لكي تجعل شدة التيار A 5



$$I_{ملف} = \frac{V_B - emf_{عكسية}}{R_{ملف}} \rightarrow 1 = \frac{100 - emf_{عكسية}}{5} \Rightarrow emf_{عكسية} = 95\ volt$$

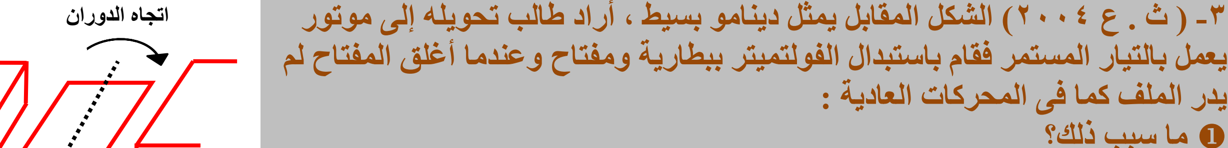


$$I_{ملف} = \frac{V_B}{R_{ملف}} = \frac{100}{5} = 20A$$

$$I_{ملف} = \frac{V_B}{R_{ملف} + R_{خارجية}} \rightarrow 5 = \frac{100}{5 + R_{خارجية}} \Rightarrow R_{خارجية} = 15\Omega$$

وتوصل $R_{خارجية} = 15\Omega$ على التوالى .

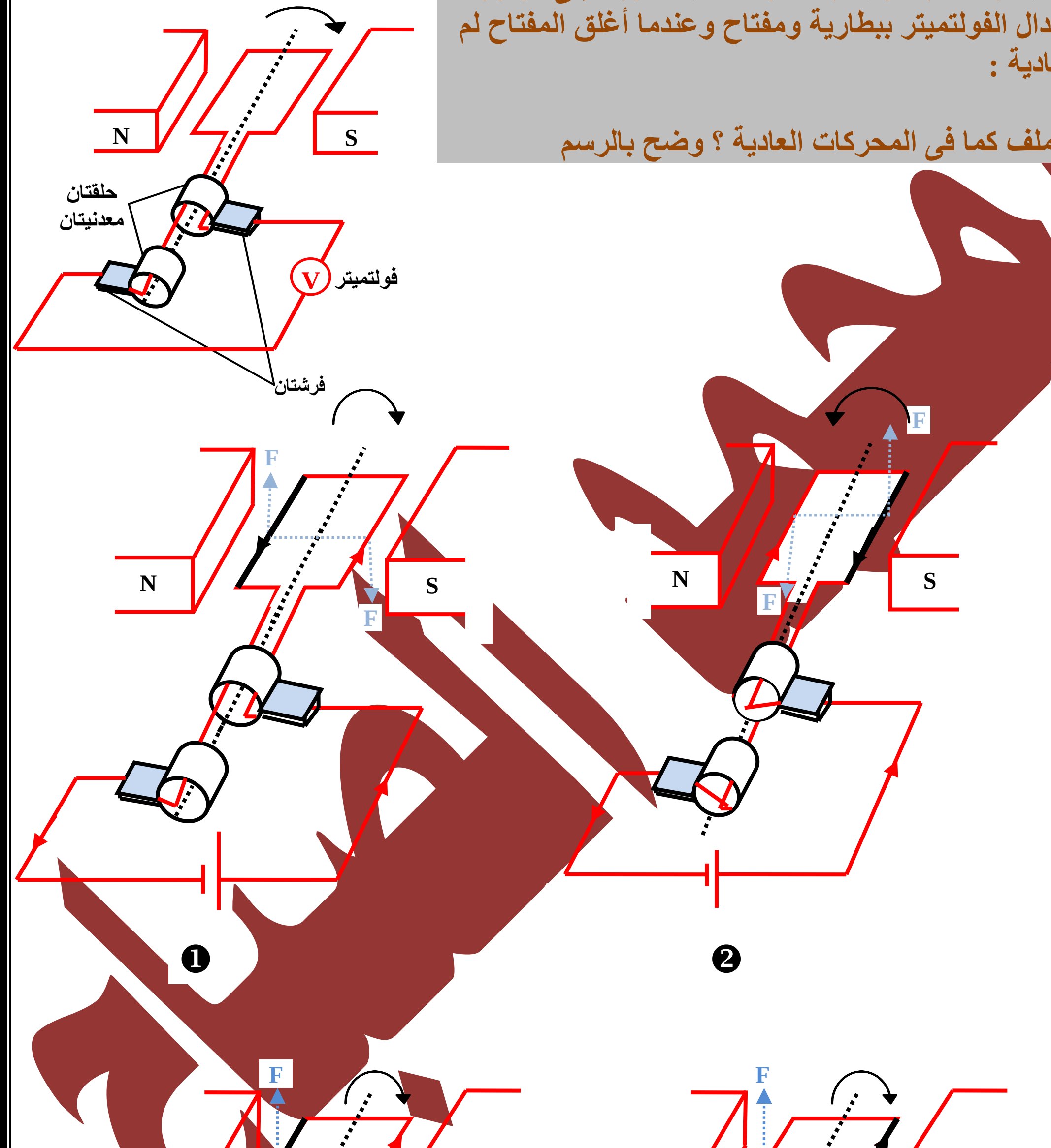
****



٣ـ (ث . ع ٢٠٠٤) الشكل المقابل يمثل دينامو بسيط ، أراد طالب تحويله إلى موتور يعمل بالتيار المستمر فقام باستبدال الفولتميتر ببطارية ومفتاح وعندما أغلق المفتاح لم يدر الملف كما فى المحركات العادية :

❶ ما سبب ذلك؟

❷ كيف تساعد الطالب ليدور الملف كما فى المحركات العادية ؟ وضح بالرسم



الحل

(أ)

السبب أن الطالب مازال يستخدم نظام الحلقتين اللتين تدوران مع الملف والفرشتين الثابتتين ويترتب على ذلك أن التيار الكهربى المار فى الملف يظل باستمرار فى اتجاه واحد لا ينعكس كل نصف دورة ، وبالتالى تكون القوة المؤثرة عليه حسب قاعدة فلمنج لليد اليسرى تعمل فى اتجاه واحد دائمًا (للضلع المميز الى أعلى) فيتحرك الملف نصف دورة ثم يعود لموضعه الأول دون إكمال دورة كاملة .

(ب)

لكى يدور الملف يجب توصيل طرفى الملف بنصفى أسطوانة معزولة مشقوقة بالطول الى نصفين(1 , 2) معزولان عن بعضهما وقابلان للدوران حول نفس محور دوران الملف على أن يكون المستوى الفاصل بين نصفى الأسطوانة عمودى على مستوى الملف .

وجه المقارنة	المولد الكهربي (الدينامو)	المحرك الكهربي (الموتور)
الغرض منه	تحويل الطاقة الحركية الى طاقة كهربية	تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حركية
الاستخدام	يستخدم في الإضاءة وتشغيل الأجهزة الكهربية والتسخين وغيرها	يستخدم في إدارة الآلات في المصانع والقطارات وغيرها
الأساس العلمى	الحث الكهرومغناطيسي حيث انه عند دوران الملف بين قطبى المغناطيس فإنه يقطع خطوط الفيض المغناطيسي فتتولد فى الملف قوة دافعة كهربية مستحثة وتيار كهربى مستحث ويمكن نقل التيار المستحث بواسطة أسلاك لمسافات طويلة .(التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى)	عزم الازدواج الناتج عن مرور تيار كهربى فى ملف قابل للدوران فى مجال مغناطيسى .
وضع البداية	عندما يكون مستوى الملف عموديًا على الفيض	عندما يكون مستوى الملف موازيًا للفيض
التركيب	• ملف مستطيل من سلك نحاس معزول ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع ، والملف والقلب قابلان للدوران بين قطبى مغناطيس قوي . • يتصل طرفا الملف بحلقتين معدنيتين تدوران معه ، وتلامس كل منهما فرشاة ثابتة من الجرافيت يمر التيار الكهربى من خلالهما للدائرة الخارجية .	• ملف مستطيل من سلك نحاس معزول ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع ، والملف والقلب قابلان للدوران بين قطبى مغناطيس قوي . • يتصل طرفا الملف بنصفى أسطوانة معدنية مشقوقة بالطول وهما معزولان عن بعضهما ويلامس كل منهما فرشاة ثابتة من الجرافيت ، ويتصل بفرشتى الجرافيت مصدر تيار مستمر .
دور الفرشتين من الجرافيت	تلامس كل منهما إحدى الحلقتين ليمر التيار الكهربى المستحث فى الملف خلالهما للدائرة الخارجية (قطبا الدينامو)	تتصل كل منهما بنصفى الاسطوانة المعدنية المشقوقة بحيث يكون الخط الواصل بين الفرشتين موازى لخطوط الفيض وعند انعدام العزم تلامس الفرشتين المادة العازلة وينقطع التيار .
دور الاسطوانة المشقوقة	يتبدل ملامسة نصفيها للفرشتين كل نصف دورة فتظل إحدى الفرشتين دائمًا موجبة والأخرى سالبة فيتوحد اتجاه التيار فى الدائرة الخارجية .	يتبدل ملامسة نصفيها للفرشتين كل نصف دورة فتوحد اتجاه العزم المتولد على الملف فيدور الملف فى اتجاه واحد
زيادة عدد الملفات	تثبيت شدة التيار	تزيد قدرة المحرك



المولد الكهربى – المحول الكهربى – المحرك الكهربى

س ١ : أكتب المصطلح العلمي الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

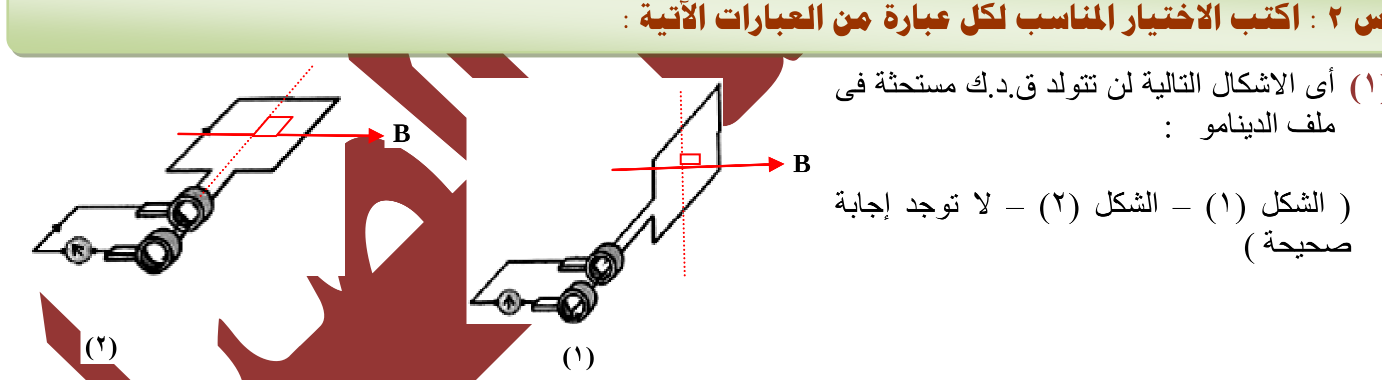
(١) جهاز يقوم بتحويل الطاقة الحركية الى طاقة كهربية .
(٢) * السرعة التى يقطع بها الملف زاويا متساوية فى فترات زمنية متساوية .
* النسبة بين الزاوية التى يقطعها الملف فى الثانية الواحدة .
(٣) التيار الكهربى الذى تتغير شدته واتجاهه دوريًا مع الزمن .
(٤) * 🗐 شدة التيار المستمر الذى يولد نفس كمية الطاقة الحرارية التى يولدها التيار المتردد عند مروره فى نفس الموصل وخلال نفس الزمن .
* ✍ قيمة التيار الموحد الاتجاه الذى يولد نفس القدرة التى يولدها التيار المتردد فى مقاومة معينة .
(٥) أسطوانة معدنية جوفاء مشقوقة طوليًا الى نصفين معزولين عن بعضهما تحل محل الحلقتين المعدنيتين فى دينامو التيار المتردد .
(٦) جهاز يستخدم لرفع أو خفض الجهد المتردد .
(٧) * النسبة بين الطاقة الكهربية المتولدة فى الملف الثانوى الى الطاقة الكهربية المستنفذة فى الملف الابتدائى فى نفس الزمن
* النسبة بين الطاقة الكهربية التى نحصل عليها من المحول الكهربى الى الطاقة الكهربية المعطاة للملف الابتدائى .
(٨) * محول لا تفقد فيه طاقة كهربية .
* محول الطاقة المتولدة فى ملفه الثانوى تساوى الطاقة المستنفذة فى ملفه الابتدائى .
(٩) جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الكهربية الى طاقة ميكانيكية .

****

س ٢ : اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) أى الاشكال التالية لن تتولد ق.د.ك مستحثة فى ملف الدينامو :

(الشكل (١) – الشكل (٢) – لا توجد إجابة صحيحة)



(٢) ✍ تصبح emf المستحثة فى ملف دينامو أكبر ما يمكن عندما يكون مستوى الملف .... خطوط الفيض المغناطيسى .
(عموديًا على – موازيًا لـ – مائلًا بزاوية 45° على)
(٣) 🕮 معدل قطع ملف الدينامو لخطوط الفيض المغناطيسى أكبر ما يمكن عندما يكون مستوى الملف .... خطوط الفيض
(عموديًا على – موازيًا لـ – مائلًا بزاوية 30° على)
(٤) تقاس السرعة الزاوية بوحدة .... (Rad.s – Rad/s – Wb – m/s)
(٥) 🕮 يمكن تحديد اتجاه التيار الكهربى المتولد فى ملف الدينامو باستخدام قاعدة ....
(فلمنج لليد اليسرى – لنز – فلمنج لليد اليمنى)
(٦) ✍ فى لحظة تولد القوة الدافعة الكهربية العظمى فى ملف الدينامو تكون الزاوية بين مستوى الملف واتجاه الفيض المغناطيسى .... (0° – 45° – 90°)
(٧) ✍ تتصل فرشتا دينامو تيار متردد بطرفي ملف حث ، فإذا زاد تردد دوران ملف الدينامو الى الضعف مع إهمال المقاومة الأومية لكل من ملف الدينامو وملف الحث ، فإن القيمة العظمى لشدة التيار المتولد بالملف ....
(تزداد الى الضعف – تقل الى النصف – لا تتغير)
(٨) ✍ إذا زاد عدد لفات ملف الدينامو الى الضعف وقلت سرعته الزاوية (ω) الى الربع فإن القوة الدافعة الكهربية العظمى المتولدة منه .... (تزداد الى الضعف – تقل الى النصف – تظل ثابتة)
(٩) فى دينامو التيار المتردد إذا زادات سرعة الدوران الى الضعف وقلت كثافة الفيض المغناطيسى الى النصف فإن مقدار ق.د.ك اللحظية فيه .... (تقل الى الربع – تزيد الى الضعف – تصبح أربع أمثال قيمتها – تظل ثابتة)

(١٠) متوسط القوة الدافعة الكهربية المستحثة لدورة كاملة لدينامو تيار متردد تساوى ....
(صفر – emf_{max} – emf اللحظية – emf_{eff})

(١١) النسبة بين القيمة الفعالة للتيار المتردد الى قيمته العظمى هى .... (sin 45 – 0.707 – $\sqrt{2}$)

(١٢) فى المولد الكهربى البسيط ينعكس اتجاه التيار عندما تكون القوة الدافعة الكهربية المتولدة تساوى ....
(0.707 – صفر – قيمة فعالة – قيمة عظمى)

(١٣) عندما يميل مستوى ملف الدينامو على الفيض المغناطيسي بزاوية 60^o فان $(emf)_{ins}$ تساوى ....
($\frac{1}{4}$ القيمة العظمى – $\frac{\sqrt{3}}{2}$ القيمة العظمى – $\frac{1}{2}$ القيمة العظمى – القيمة العظمى)

(١٤) القيمة المتوسطة لشدة التيار المتردد خلال دورة كاملة تساوى ....
(لا توجد إجابة صحيحة – I_{max} – صفر – I_{eff})

(١٥) يكون الفيض المغناطيسي الذى يخترق ملف الدينامو أكبر ما يمكن عندما تكون e.m.f المتولدة بين طرفيه ....
(صفر – نهاية عظمى – قيمة فعالة)

(١٦) عندما يدور ملف في مجال مغناطيسي فإن اتجاه القوة الدافعة التأثيرية الناتجة يتغير كل .... دورة .
($1 - \frac{3}{4} - \frac{1}{2} - \frac{1}{4}$)

(١٧) النسبة بين عدد الملفات الى عدد أجزاء الاسطوانة المعدنية المجوفة فى مولد التيار الكهربى موحد الاتجاه تساوى ....
($\frac{2}{1} - 1 - \frac{1}{2}$)

(١٨) خارج قسمة القوة الدافعة المستحثة العظمى الى القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربية تساوى ....
(لا توجد إجابة صحيحة – $\sqrt{2}$ – 0.707)

(١٩) دينامو تيار متردد يعطى (emf_{max} = 100 V) فتكون emf المتوسطة خلال نصف دورة تساوى .... فولت .
(100 – 63.6 – 70.7 – 50)

(٢٠) إذا كان زمن وصول التيار المتردد الناتج من الدينامو من الصفر الى نصف القيمة العظمى هو t فإن زمن وصوله من الصفر الى القيمة العظمى هو ....
(4 t – 3 t – 2 t – t)

(٢١) يستخدم مقوم التيار فى الدينامو لجعل التيار الناتج .... (متردد – موحد الاتجاه – ثابت الشدة – مستمر)

(٢٢) **الشكل المقابل**
يوضح شكل جهد الدخل لمحول خافض للجهد
فيكون شكل جهد الخرج هو ....

(أ) (ب) (جـ) (د)

(٢٣) أى الاختبارات التالية تصف اجزاء محول كهربى رافع للجهد ؟ ....

	جهد الدخل	القلب	الملف الابتدائى	الملف الثانوى
(أ)	DC	صلب	100 لفة	10 لفات
(ب)	DC	حديد مطاوع	10 لفات	100 لفة
(جـ)	AC	حديد مطاوع	100 لفة	10 لفات
(د)	AC	حديد مطاوع	10 لفات	100 لفة

(٢٤) يستخدم المحول الكهربى فى رفع أو خفض الجهد الكهربى .... (المستمر – المتردد – جميع ما سبق)

(٢٥) الكمية التى تزداد فى الملف الثانوى لمحول كهربى مثالى خافض للجهد هى ....
(القدرة الكهربية – قيمة التيار – تردد التيار – الفيض المغناطيسى)
(٢٦) محول كهربى يخفض الجهد من 110 V الى 35.2 V والنسبة بين عدد لفاته 5 : 2 فإن كفاءته ......
(12.8 % – 80 % – 90 % – 100 %)
(٢٧) يوصل طرفا الملف الثانوى فى المحول دائمًا بـ .... (المصدر الكهربى – الأسلاك – الجهاز المراد تشغيله)
(٢٨) عند فتح دائرة الملف الثانوى يكاد ينعدم تيار الملف الابتدائى بسبب ...... (الحث الذاتى للملف الابتدائى – الحث المتبادل فى الملف الثانوى – كبر عدد لفات الملف الثانوى – فتح دائرة الملف الابتدائى)
(٢٩) إذا كان عدد لفات الملف الثانوى أقل من عدد لفات الملف الابتدائى فإن ...... (المحول رافع للجهد – تيار الملف الثانوى أكبر من الابتدائى – فرق جهد الملف الثانوى أكبر من الابتدائى – المحول خافض للتيار)
(٣٠) يستخدم عند محطات توليد الطاقة الكهربية .... (محولات رافعة للجهد – محولات خافضة للجهد – محولات رافعة للتيار)
(٣١) لتقليل التيارات الدوامية فى المحول ..... (يصنع قلب المحول على شكل شرائح – تصنع ملفات الملفين من النحاس – يوضع الملفين متداخلين – يصنع قلب المحول من الحديد المطاوع السليكونى)
(٣٢) كفاءة محول 80% تعنى أن ....
(الفقد فى الطاقة 80% – الفقد فى الطاقة 20% – قدرة الملف الثانوى 20% – قدرة الملف الابتدائى 20%)
(٣٣) محول كهربى يتصل ملفه الابتدائى بجهد مستمر 110 V وعدد لفاته 100 لفة وعدد لفات الملف الثانوى 10 لفات لذلك تكون e.m.f فى الملف الثانوى .... (11 V – 100 V – 1100 V – 0)
(٣٤) محول يستخدم لرفع الجهد الكهربى من 120 V الى 3000 V والتيار المار فى ملفه الابتدائى 2 A والتيار المار فى ملفه الثانوى 0.06 A فإن كفاءة هذا المحول تساوى .... (85% – 80% – 75%)
(٣٥) من أضرار التيارات الدوامية فى المحول الكهربى .... (فقد طاقة كهربية فى صورة حرارة فى القلب الحديدى – فقد طاقة كهربية لتحريك جزيئات القلب الحديدى – تقليل كفاءة المحول – الاجابتان الاولى والثالثة معًا)
(٣٦) تعمل القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية فى ملف الموتور على .... (زيادة شدة التيار المار فى الملف – إنقاص شدة التيار المار فى الملف – زيادة سرعة دوران الملف – انتظام سرعة دوران الملف)
(٣٧) تزداد قدرة الموتور على الدوران باستخدام ....
(عدد أكبر من اللفات – عدة ملفات بين مستوياتها زوايا متساوية – عدة مغناطيسات – سلك نحاس معزول)
(٣٨) محرك كهربى ينتج قدرة ميكانيكية مقدارها 54 J/S عندما كان فرق الجهد بين طرفى ملفه 24 V ويمر به تيار شدته 2.5 A فإن كفاءة المحرك تساوى .... (100 % – 90 % – 54 % – 60 %)
(٣٩) انتظام سرعة دوران الموتور ناتجة عن تأثير شدة تيار .... (المصدر فقط – المستحث فقط – الآثنين معًا)
(٤٠) انتظام سرعة دوران الموتور ناتجة عن تأثير...... (عزم الازدواج – الحث الذاتى – القصور الذاتى – الحث المتبادل)
(٤١) تعتمد فكرة عمل الموتور الكهربى على ....
(القصور الذاتى – الحث الذاتى – التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى – الحث المتبادل)
(٤٢) وصل محرك بسيط ببطارية سليمة فلم تحدث الحركة لملفه إلا بعد دفعة بسيطة فيكون سبب عدم دوران الملف قبل الدفع هو أن مستوى الملف .... (موازى لخطوط الفيض – يصنع زاوية 180^o مع خطوط الفيض – يصنع زاوية 45^o مع خطوط الفيض – عموديًا على خطوط الفيض)
(٤٣) شدة التيار المحرك المسبب لدوران الموتور تساوى ....
($I_{\text{عكسى}} + I_{\text{بطارية}}$ ، $I_{\text{عكسى}} - I_{\text{بطارية}}$ ، $I_{\text{بطارية}} - I_{\text{عكسى}}$ ، $I_{\text{عكسى}} \times I_{\text{بطارية}}$)
(٤٤) يستمر دوران ملف الموتور (المحرك الكهربى) بسبب ....
(الحث المتبادل – القصور الذاتى – الحث الذاتى – الحث الكهرومغناطيسى)

****

س٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) القيمة الفعالة لشدة تيار متردد = 25 A
(٢) تردد تيار متردد = 50 Hz
(٣) كفاءة المحول الكهربى = 80%
(٤) نسبة الفقد فى الطاقة فى محول كهربى = 20 %
(٥) القوة الدافعة العكسية فى الموتور = 3 V

****

س٤ : علل لما يأتى :

(١) القوة الدافعة الكهربية المستحثة فى ملف الدينامو تكون قيمة عظمى عندما يكون مستواه موازيًا لخطوط الفيض المغناطيسى .

(٢) ✍ متوسط emf المتولدة فى ملف دينامو خلال $\frac{1}{4}$ دورة = متوسط emf المتولدة خلال $\frac{1}{2}$ دورة .
(٣) 🗐 متوسط emf المتولدة فى ملف الدينامو خلال دورة كاملة = صفر .
(٤) القيمة المتوسطة للتيار المتردد خلال دورة كاملة للملف = صفر .
(٥) الطاقة الكهربية المستنفذة خلال دورة كاملة لا تساوى الصفر على الرغم من أن القيمة المتوسطة للتيار المتردد تساوى صفر .
(٦) مقوم التيار يعطى تيارًا موحد الاتجاه فى الدينامو .
(٧) فى مولد التيار موحد الاتجاه تستبدل الحلقتين المعدنيتين الموجودتين فى دينامو التيار المتردد بنصفى اسطوانة مجوفة يفصل بينهما مادة عازلة (مقوم تيار)
(٨) تستخدم فى الدينامو عدة ملفات بين مستوياتها زاويا متساوية
(٩) ✍ تتصل أطراف ملفات الدينامو بأسطوانة معدنية مجوفة مشقوقة الى عدد من الأجزاء يساوى ضعف عدد الملفات .
(١٠) لا يصلح الأميتر لقياس التيار الناتج من الدينامو .
(١١) 🕮 ✍ يصنع قلب المحول الكهربى من شرائح رقيقة من الحديد المطاوع السيليكونى معزولة عن بعضها البعض .
(١٢) ✍ أسطوانة الحديد المطاوع فى الأميتر غير مقسمة الى شرائح معزولة .
(١٣) ✍ 🗐 تصنع ملفات المحول الكهربى من أسلاك نحاسية .
(١٤) 🗐 ✍ لا يوجد محول مثالى (كفاءته ١٠٠%)
(١٥) * 🕮 ✍ لا يصلح المحول الكهربى فى رفع أو خفض قوة دافعة كهربية مستمرة .
* ✍ لا يعمل المحول الكهربى إذا وصل ملفه الابتدائى بمصدر تيار مستمر .
(١٦) ✍ لا يستهلك المحول طاقة عند فتح دائرة ملفه الثانوى رغم توصيل ملفه الابتدائى بمصدر كهربى .
(١٧) 🗐 يعمل المحول عند غلق دائرة ملفه الثانوى .
(١٨) 🗐 تنتقل القدرة الكهربية من محطة توليد الكهرباء الى المستهلك تحت فرق جهد مرتفع وتيار ضعيف .
(١٩) ✍ استخدام محولات رافعة للجهد عند محطات التوليد الكهربية .
(٢٠) تستخدم أسلاك رفيعة عند محطات توليد الكهرباء بينما تستخدم أسلاك سميكة عند مناطق التوزيع
(٢١) يعتبر المحول الخافض للجهد رافعًا للتيار بينما المحول الرافع للجهد خافضًا للتيار .
(٢٢) * عدم توقف ملف الموتور الكهربى عند ملامسة فرشتي الجرافيت للمادة العازلة بين نصفى الأسطوانة .
* ✍ استمرار دوران ملف المحرك الكهربى فى نفس الاتجاه .
* ✍ يستمر دوران ملف الموتور رغم مروره بالوضع العمودى على اتجاه خطوط الفيض .
(٢٣) 🕮 لزيادة قدرة الموتور يتم استخدام عدة ملفات بينها زوايا صغيرة متساوية .

****

س٥ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) 🕮 الدينامو .
(٢) المحول المثالى .
(٣) 🕮 ✍ القيمة الفعالة للتيار المتردد
(٤) 🕮 ✍ كفاءة المحول الكهربى .
(٦) 🕮 الموتور .
(٧) 🕮 التيار المتردد .
(٨) 🕮 المحول الكهربى .
(٩) 🕮 emf العكسية فى الموتور .

****

س٦ : أشرح الفكرة العملية (الاساس العلمى) لكل مما يأتى :

(١) ✍ المولد الكهربى (الدينامو) .
(٢) ✍ المحول الكهربى .
(٣) ✍ 🕮 المحرك الكهربى (الموتور)
(٤) ✍ تقليل تيارات الحث فى القلب المعدنى للمحول الكهربى .
(٥) انتظام سرعة دوران المحرك الكهربى

****

س٧ : ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى :

(١) زيادة عدد لفات ملف الدينامو الى الضعف وزيادة عدد دورات الملف خلال ثانية الى الضعف أيضًا .
(٢) ميل مستوى ملف الدينامو بزاوية 60^0 على الفيض المغناطيسى من حيث ق.د.ك اللحظية الناتجة .
(٣) ✍ استبدال الحلقتين المعدنيتين لدينامو تيار كهربى متردد بأسطوانة معدنية مشقوقة الى نصفين معزولين .
(٤) * وضع عدة ملفات بين مستوياتها زاويا متساوية فى الدينامو .

* تقسيم مقوم التيار فى الدينامو الى عدد من القطع يساوى ضعف عدد الملفات .

(٥) * توصيل الملف الابتدائى لمحول كهربى بجهد مستمر .

* توصيل الملف الابتدائى لمحول كهربى رافع للجهد بعمود كهربى بالنسبة للملف الثانوى .

(٦) جعل القلب الحديدى للمحول الكهربى مصمت .

(٧) تصنيع ملفى المحول الكهربى من النحاس .

(٨) وضع ملفى المحول الكهربى متداخلين أو متجاورين ومحاطين بشرائح الحديد المطاوع .

(٩) ✍ توصيل الملف الابتدائى لمحول كهربى خافض للجهد مع مصباح (x) ومصدر تيار مستمر ، وتوصيل مصباح (y) بين طرفى ملفه الثانوى .

(١٠) عدد لفات الملف الثانوى أكبر من عدد لفات الملف الابتدائى فى المحول الكهربى .

(١١) فتح دائرة الملف الثانوى لمحول كهربى مع توصيل ملفه الابتدائى بجهد متردد .

(١٢) نقل التيار الكهربى المتردد مسافات بعيدة بدون رفع الجهد قبل نقله .

(١٣) تلامس فرشتى الكربون فى الموتور مع المادة العازلة بين نصفى الاسطوانة وانقطاع التيار الكهربى عن ملف الموتور .

(١٤) تولد ق.د.ك مستحثة عكسية فى ملف الموتور أثناء دورانه فى المجال المغناطيسى .

****

س٨ : ماذا يحدث عند ، مع ذكر السبب :

(١) ✍ استخدام قوة دافعة مستمرة فى الملف الابتدائى للمحول الكهربى .

(٢) ✍ غلق دائرة الملف الابتدائى وفتح دائرة الملف الثانوى فى المحول المرسوم أمامك .



****

س٩ : اذكر تطبيقاً واحداً لكل مما يأتى :

(١) الحث الكهرومغناطيسى

(٢) ✍ الحث المتبادل بين ملفين .

(٣) عزم الازدواج الناتج عن مرور تيار كهربى فى ملف قابل للدوران فى مجال مغناطيسى .

****

س١٠ : ما الدور الذى يقوم به كل مما يأتى :

(١) ✍ الأسطوانة المعدنية المشقوقة الى نصفين معزولين فى الدينامو .

(٢) المحول الخافض عند أماكن توزيع الطاقة الكهربية

(٣) ✍ المحول الرافع عند أماكن توليد الطاقة الكهربية .

(٤) شرائح الحديد المطاوع السيليكونى فى المحول الكهربى .

(٥) مصدر التيار المتردد المتصل بالملف الابتدائى فى المحول .

(٦) فرشتا الكربون فى الدينامو .

(٧) ✍ المحرك الكهربى .

(٨) ✍ المحول الكهربى .

(٩) ق.د.ك العكسية فى الموتور

****

س١١ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) ✍ المحول الرافع للجهد والمحول الخافض للجهد (**من حيث** : الغرض منه – فرق الجهد – عدد لفات الملف الابتدائى والملف الثانوى فى كل منهما – شدة التيار – استخداماته) .

(٢) ✍ الجلفانومتر والمحرك الكهربى (**من حيث** : الاستخدام – اتجاه التيار عند توصيله ببطارية)

(٣) التيار المتردد والتيار المستمر . (**من حيث** : الخواص – تمثيله بيانيًا – تغيير شدته – امكانية النقل – تحويله – مولداته – مروره فى المكثفات – كيفية الحصول عليه – الاستخدام)

(٤) الدينامو والموتور (**من حيث** : الغرض منه – فكرة العمل – وضع البداية – تركيبه – دور نصفى الاسطوانة المعزولين – دور الفرشتان – زيادة عدد الملفات)

(٥) دينامو التيار المتردد ودينامو التيار موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريبًا(**من حيث**: شكل الجزء المعدنى الملامس للفرشتين)

****

س١٢ : اسئلة متنوعة :

(١) **اذكر الكميات الفيزيائية التى تتعين من العلاقات الآتية :**

(أ) NBAω
(ب) 2 πf
(جـ) ωt
(د) $0.707\ I_{max}$
(هـ) $0.707\ (emf)_{max}$
(و) $\frac{V_S I_S}{V_P I_P} \times 100$

****

(٢) **ما العوامل التى يتوقف عليها مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة العظمى المتولدة فى ملف الدينامو ؟**

****

(٣) **متى :**

(أ) تصبح شدة التيار المتردد المتولد فى ملف الدينامو نهاية عظمى .
(ب) ق.د.ك المستحثة المتولدة فى سلك يتحرك داخل مجال مغناطيسى .
(ت) تصبح شدة التيار المتردد المتولد فى ملف الدينامو صفرًا .
(ث) يكون متوسط القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) المتولدة فى ملف يدور فى مجال مغناطيسى منتظم = صفر
(ج) * الطاقة المستهلكة فى الملف الابتدائى لمحول كهربى مثالى رغم اتصاله بمصدر متردد = صفر .
* تنعدم القدرة الكهربية المستنفذة فى الملف الابتدائى لمحول كهربى مثالى رغم توصيله بمصدر متردد .
* تكون شدة التيار المتردد فى الملف الابتدائى لمحول كهربى يتصل طرفاه بالمصدر الكهربى = صفر .
(ح) تكون ق.د.ك المتولدة فى ملف الدينامو = ق.د.ك الفعالة الناتجة من نفس الدينامو .

****

(٤) **اذكر** العلاقة الرياضية التى تستخدم لإيجاد ق.د.ك المستحثة العظمى المتولدة فى ملف الدينامو .

****

(٥) **وضح** كيف يمكننا الحصول على تيار موحد الاتجاه من ملف الدينامو .

****

(٦) **وضح** بالرسم كامل البيانات تركيب دينامو التيار المتردد ، ثم اذكر كيف يمكن تحويله الى دينامو تيار موحد الاتجاه .

****

(٧) **وضح** بالتمثيل البيانى كيف تتغير قيمة emf المستحثة فى ملف الدينامو بتغير زاوية الدوران للملف خلال دورة كاملة .

****

(٨) **اذكر اسم الجهاز الذى يعتمد عمله على كل مما يلى ، مع ذكر استخدام واحد له :**

(أ) الحث المتبادل بين ملفين .
(ب) القوة المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربى موضوع فى مجال مغناطيسى .

****

(٩) **الشكل المقابل : يوضح مولد للتيار المتردد يدور بسرعة ثابتة :**

(أ) اكتب العلاقة الرياضية المستخدمة لتعيين :
١- القوة الدافعة الكهربية المستحثة اللحظية المتولدة فى الملف .
٢- القوة الدافعة الكهربية المستحثة العظمى المتولدة فى الملف .
(ب) ارسم شكلًا بيانيًا يوضح العلاقة بين جهد الخرج والزمن خلال دورة كاملة مبتدئًا من الوضع الموضح بالشكل .
(ت) وضح بالرسم فقط كيف تتغير قيمة emf المتولدة بالتأثير مع زاوية الدوران خلال نصف دورة فقط .

****

(١٠) **أثبت أن :**

(أ) القوة الدافعة الكهربية المستحثة اللحظية فى ملف الدينامو تتعين من العلاقة :
$emf = NBA \times (2\pi f) \sin(2\pi ft)$

حيث (N) عدد لفات الملف ، (A) مساحة مقطع الملف علمًا بأن الملف يدور بتردد ثابت (f) هيرتز فى مجال مغناطيسى ثابت كثافة فيضه (B) تسلا .

(ب) متوسط emf خلال نصف دورة تتعين من العلاقة : $(emf)_{متوسط} = \frac{2(emf)_{max}}{\pi}$

****

(١١) استنتج العلاقة الرياضية بين كل مما يأتى :

(أ) القوتين الدافعتين الكهربيتين فى ملفى المحول الكهربى وعدد لفات الملفين .

(ب) شدتى التيارين فى ملفى المحول الكهربى وعدد لفات الملفين .

****

(١٢) ارسم شكلا تخطيطيًا عليه البيانات لمحول خافض للجهد الكهربى

ثم أذكر ثلاثة أسباب لفقد الطاقة الكهربية فى المحول ، وكذلك الاحتياطات الممكن اتخاذها لتقليل تأثير كل من هذه الأسباب.

****

(١٣) **يوضح الشكل رقم (١)**

تيارًا ناتجًا فى الدائرة الخارجية لمولد كهربى .

يوضح الشكل رقم (٢)

تيارًا ناتجًا لنفس المولد بعد عمل تعديل معين .

(أ) ما الفرق بين التيارين ؟

(ب)ما التعديل الذى أجرى على المولد ؟

(ت)لماذا لا يصلح الأميتر لقياس شدة التيار الناتج فى كلتا الحالتين ؟

I(A) t(s) (١)

I(A) t(s) (٢)

****

(١٤) صف تركيب المحول الكهربى ، واشرح نظريه عمله .

****

(١٥) **اذكر القاعدة أو الطريقة المستخدمة لتحديد كل من**

(أ) اتجاه دوران ملف المحرك الكهربى .

(ب)اتجاه التيار المستحث فى ملف الدينامو .

****

(١٦) اشرح الدور الذى يقوم به نصفا الأسطوانة المعدنية المعزولان المتصلان بنهايتى الملف فى كل من الدينامو والموتور

****

(١٧) كيف تستخدم المحول الكهربى فى نقل الطاقة الكهربية المترددة من أماكن توليدها لمسافات بعيدة ؟

****

(١٨) اذكر أحد العوامل التى يمكنك عن طريقها تقليل مقدار الفقد فى القدرة على خطوط نقل الطاقة الكهربية .

****

(١٩) اذكر التعديلات التى يمكن إدخالها على المحرك الكهربى للاحتفاظ بعزم دوران ثابت

****

(٢٠) اشرح مع الرسم كيف يعمل المحرك الكهربى (الموتور) خلال دورة كاملة للملف عند توصيله بالجهد اللازم له

****

(٢١) فى الشكل المقابل : يوضح تركيب المحول الرافع :

(أ) اكتب ما تشير إليه الأرقام (١) ، (٢) ، (٣)

(ب) اشرح كيفية حدوث الحث الكهرومغناطيسى فى المحول .

(ت) هل يعمل المحول على تيار مستمر أم تيار متردد ؟ ولماذا ؟

(٢) (٣) (١)

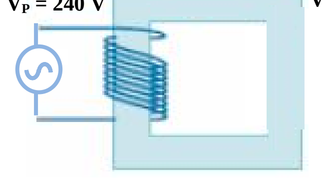
****

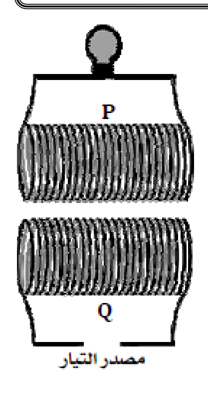
(٢٢) **<u>فى الشكل المقابل :</u>**

(أ) أكمل رسم دائرة المحول .

(ب) ما عدد لفات الملف الابتدائى إذا كان عدد لفات الملف الثانوى 1000 لفة و بفرض أن كفاءة المحول 100% ؟

(ث) ما الأسباب التى تخفض كفاءته ؟





(٢٣) يوضح الشكل ملفين معزولين P , Q وصل الملف P بلمبة 12 V , 36 watt أضاءت اللمبة عند توصيل الملف Q بمصدر تيار متردد .

(أ) ارسم شكلاً تخطيطيًا للمجال المغناطيسى عند مرور التيار المستمر فى Q

(ب) وضح سبب إضاءة اللمبة .

(ت) وضح لماذا تقل شدة إضاءة اللمبة الموصلة بالملف P إذا تم إبعاد الملف P عن الملف Q

(ث) إذا تم ادخال قضيب من الالومنيوم على محور كل من الملفين P ,Q يسخن هذا القضيب بينما لا يسخن قضيبًا من البلاستيك موضوع فى نفس المكان السابق ، اذكر سبب ذلك .

(ج) عند إضاءة المصباح بإضاءته العادية احسب شدة التيار المار فى اللمبة وكذلك فى الملف Q بفرض أن كفاءة المحول 60%

(ح) عند توصيل الكهرباء عبر الأسلاك من مكان لآخر بالمدينة يتم زيادة الجهد عند محطات انتاج الطاقة الى 2.75×10^5 V باستخدام محول رافع للجهد ويتم انقاص الجهد الى 240 V باستخدام محول خافض للجهد عند أماكن الاستهلاك . ما سبب ذلك

****

(٢٤) **فى المحرك الكهربى المرسوم أمامك :**

(أ) اكتب بيانات التركيب على الرسم .

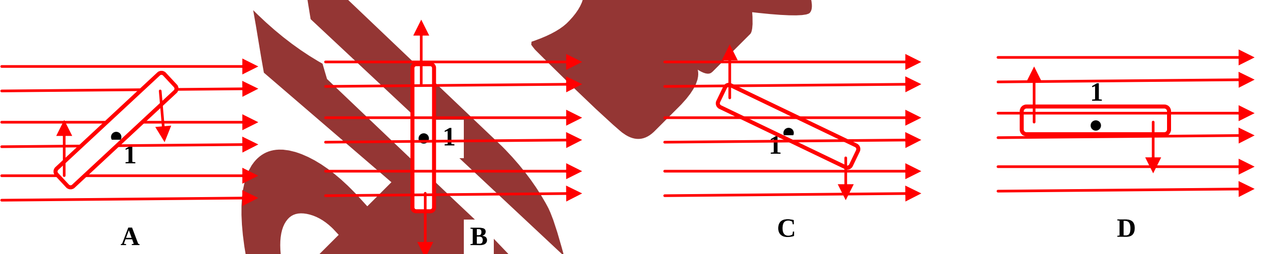
(ب) ما هى فكرة عمل الجهاز ؟

(ت) ما الدور الذى تقوم به ق.د.ك المستحثة المتولدة فى ملف الجهاز أثناء دورانه ؟

(ث) لماذا يكمل الملف دورانه من الوضع الذى تلامس فيه الفرشاتين المادة العازلة بين نصفى الاسطوانة ؟

****

(٢٥) الأشكال (A) , (B) , (C) , (D) توضح رسمًا تخطيطيًا للأوضاع المختلفة لملف محرك كهربى مستواه عمودى على مستوى الصفحة ويدور حول محور فى مستواه يمر بالنقطة (1) فى مجال مغناطيسى منتظم كثافته (B)



١- أى هذه الأوضاع يمثل أكبر عزم ازدواج يؤثر على الملف .

٢- ما هى العوامل المؤثرة على عزم الازدواج .

٣- عندما يكون الملف فى الوضع (B) فإنه يستمر فى الدوران

(مرور التيار الكهربى فى الملف – قطع الملف لخطوط الفيض المغناطيسى – القوة الدافعة الكهربية المتولدة – القصور الذاتى – جميع ما سبق)

****

س١٣ : مسائل :

أولا : مولد التيار المتردد (الدينامو)

(١) 🕮 ملف دينامو يتكون من 800 لفة مساحة مقطعه $0.25\ m^2$ يدور بمعدل 600 دورة كل دقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.001 T احسب القوة الدافعة المستحثة عندما يصنع العمودي على الملف زاوية 30° مع الفيض المغناطيسي .

[6.286 V]

****

(٢) 🕮 ملف مستطيل أبعاده 0.2m × 0.4 m وعدد لفاته 100 لفة يدور بسرعة ثابتة قدرها 500 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.1 T ومحور الدوران في مستوى الملف عمودي على المجال احسب القوة الدافعة الكهربية العظمى المستحثة المتولدة في الملف .

[41.9 V]

****

(٣) إذا كانت emf المستحثة العظمي في ملف مولد كهربي 66 V ويدور بتردد 25 Hz في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.07 T وكانت مساحة وجه الملف $600\ cm^2$ فما هو عدد لفات هذا الملف ؟ [100 لفة]

****

(٤) إذا كان لديك مولد كهربي عدد لفاته 100 لفة ومساحة مقطع الملف $0.025\ m^2$ يدور 700 دورة كل دقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.3 T احسب القوة الدافعة الكهربية المستحثة عندما:

❶ يكون مستوى الملف عمودي على اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي [0]

❷ تكون الزاوية بين العمودي على مستوى الملف وخطوط الفيض 90° [55 V]

❸ احسب القيمة الفعالة للقوة الدافعة المستحثة علما بأن $\pi = \frac{22}{7}$ [38.89 V]

****

(٥) دينامو تيار متردد يتكون ملفه من 350 لفة ومساحته $200\ cm^2$ ، دار الملف بسرعة منتظمة قدرها50 دورة في الثانية في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.5 tesla احسب:

❶ القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربية المتولدة في ملف الدينامو $(\pi = \frac{22}{7})$ [1100 V]

❷ القوة الدافعة اللحظية بعد مرور زمن قدره $\frac{1}{600}$ من الثانية من الوضع الذي يكون فيه مستوى الملف عموديًا على خطوط المجال المغناطيسي [550 V]

****

(٦) ملف دينامو عدد لفاته 400 لفة مساحة كل منها $4\ cm^2$ يدور فى فيض مغناطيسى كثافته 0.05 tesla بمعدل 25 دورة فى الثانية احسب متوسط emf المستحثة خلال $\frac{1}{4}$ دورة . [0.8 V]

****

(٧) ملف دينامو عدد لفاته 100 لفة مساحة كل لفة $200\ cm^2$ يدور فى فيض مغناطيسي بحيث تستغرق الدورة الواحدة منه 0.8 s ومتوسط emf المستحثة المتولدة خلال $\frac{1}{4}$ دورة يساوى 0.4 V احسب كثافة الفيض المغناطيسى . [0.04 T]

****

(٨) ملف دينامو أبعاده 5 cm ، 10 cm مكون من 420 لفة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.4 T بحيث كان مستوى الملف عموديًا على هذا المجال فإذا دار الملف بمعدل 1000 دورة/دقيقة احسب قيمة emf المستحثة :

❶ بعد ربع دورة من الوضع الأول . [88 V]

❷ بعد 150° من الوضع الأول [44 V]

❸ متوسط emf المستحثة خلال $\frac{1}{4}$ دورة من الوضع الأول . [56 V]

****

(٩) دينامو تيار متردد يتكون ملفه من 200 لفة ومساحة مقطعه $6\times10^{-2}\ m^2$ يدور فى مجال مغناطيسى بسرعة 1800 دورة فى الدقيقة فإذا كانت كثافة الفيض المغناطيسى 0.1 tesla احسب :

(أ) emf فى الملف عندما يمر بالأوضاع الآتية :

❶ مستوى الملف عموديًا على المجال . ❷ مستوى الملف موازيًا للمجال .

❸مستوى الملف يميل بزاوية 60^o على اتجاه المجال .

(ب) متوسط emf المستحثة فى الحالات الآتية :

❶ خلال ربع دورة من الوضع العمودى على المجال . ❷ خلال نصف دورة من الوضع العمودى على المجال .

❸ خلال دورة كاملة ابتداًء من وضع الصفر .

[0 , 226.286 V , 113.143 V , 144 V , 144 V , 0]

****

(١٠) ملف مكون من 400 لفة مساحة كل لفة 3×10^{-2} m^2 يدور بسرعة 3000 دورة/دقيقة فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.04 T احسب: ❶ emf العظمى . ❷ emf بعد 0.01 s من الوضع الرأسى . ❸ emf بعد 0.01 s من الوضع الأفقى .

[150.857 V , 0 , 150.857 V]

****

(١١) دينامو تيار متردد يتكون ملفه من 420 لفة مساحة كل منها 3×10^{-3} m^2 يدور داخل مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.5 T فإذا بدأ الملف دورانه من الوضع الذى يكون فيه مستواه عموديًا على خطوط الفيض ووصل الى القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) بعد زمن قدره $\frac{1}{200}$ s (علمًا بأن $\pi = \frac{22}{7}$) احسب كل من : ❶ القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) العظمى . ❷ زمن وصول التيار الى نصف القيمة العظمى .

[198 V , $\frac{1}{600}s$]

****

(١٢) ملف مستطيل مساحة وجهه 70 cm^2 يدور حول محوره في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 1 T بحيث يصنع 300 دورة في نصف دقيقة فإذا كان عدد لفاته 100 لفة احسب :

❶ emf العظمى ❷ emf الفعالة

❸ الزمن الذي يمضي من بدء الدوران من الوضع العمودي حتى تصل emf إلى 22V

❹ الزمن الدوري

[44 V , 31.1 V , $\frac{1}{120}s$, 0.1 s]

****

(١٣) وصل دينامو تيار متردد بمقاومة 8 Ω فنتجت طاقة حرارية 200 J خلال زمن قدره 1 s أوجد القيمة العظمى لكل من شدة التيار وفرق الجهد بين طرفى المقاومة .

[7.072 A – 56.576 V]

****

(١٤) ملف دينامو مكون من 100 لفة ومقاومة اللفة الواحدة 0.01 Ω عندما يبدأ فى الدوران بتردد 50 Hz تكون الطاقة الكهربية المستهلكة فيه خلال دورة واحدة 2 J احسب (أ) emf المستحثة العظمى .

[14.14 V]

(ب) emf المتوسطة خلال $\frac{1}{4}$ دورة

[9 V]

****

(١٥) إذا كانت شدة التيار الكهربي الفعالة في دائرة كهربية (I_{eff}) تساوي 2.828 أمبير

(أ) احسب قيمة كل من :النهاية العظمى للتيار

[4 A]

(ب)شدة التيار الكهربي المستحث اللحظي عندما تكون الزاوية المحصورة بين اتجاه سرعة الملف واتجاه كثافة الفيض المغناطيسي تساوي 30°

[2 A]

(ج) كيف يمكنك قياس القيمة الفعالة لشدة التيار الكهربي المتردد؟

****

(١٦) إذا كانت القوة الدافعة المترددة تعطى من العلاقة emf = 200 sin 18000t احسب :

❶ القيمة العظمى للقوة الدافعة . ❷ القيمة الفعالة للقوة الدافعة . ❸ السرعة الزاوية .

❹ تردد التيار . ❺ الزمن الدوري

❻ قيمة emf بعد 5ms ابتداء من الوضع الذي يكون فيه مستوى الملف عموديًا على المجال

❼ الطاقة المستنفذة في مقاومة 20 Ω خلال دورة واحدة فقط للتيار المتردد

[200 V , 141.4 V , 18000 rad/s , 50 Hz , 0.02 s , 200 V , 20 J]

****

(١٧) مولد تيار كهربى متردد يدور بمعدل 20 دورة كل 0.4 s ويعطى تيار قيمته العظمى 5 A ما هو وضع مستوى الملف بالنسبة لخطوط الفيض المغناطيسى عندما يعطى هذه القيمة ؟ ثم احسب :

(أ) الزمن الدورى (ب) عدد مرات وصوله الى 5 A خلال 1 s

(جـ) عدد مرات وصوله الى الصفر فى الثانية (د) السرعة الزاوية التى يدور بها الملف

(هـ) شدة التيار اللحظية عندما يكون الزمن 5 ms (و) القيمة الفعالة لشدة التيار

(ز) الزاوية المحصورة بين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى والعمودى على مستوى الملف عندما تكون القيمة اللحظية تساوى القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد .

[0.02 s – 100 مرة – 101 مرة – 314.286 rad/s – 5 A – 3.535 A – 45°]

****

(١٨) ملف مستطيل طوله 30 cm وعرضه 20 cm مكون من 500 لفة يدور بسرعة 3000 دورة في الدقيقة حول محور موازٍ لطوله في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.035 T احسب:

❶ emf العظمى المتولدة **[330 V]**

❷ emf اللحظية عندما تكون الزاوية بين مستوى الملف والعمودي على المجال 30° **[165 V]**

❸ مقدار كل من الزاوية θ ، emf اللحظية بعد مرور 0.004 ثانية من وضع الصفر **[313.84 V ، 72°]**

****

(١٩) دينامو تيار متردد طول ضلعه 35 cm وعرضه 20 cm وعدد لفاته 200 لفة يدور بسرعة 50 دورة في الثانية حول محور موازٍ لطوله ويعطي فرق جهد فعال $220\sqrt{2}$ V احسب كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر على الملف ، وإذا أدير بسرعة خطية 24 m/s احسب القيمة العظمى لفرق الجهد في هذه الحالة **[336 V ، 0.1 T]**

****

(٢٠) ملف مستطيل طوله 50 cm وعرضه 20 cm مكون من 500 لفة يدور بسرعة 3000 دورة في الدقيقة حول محور موازي لطوله في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 3.5×10^{-3} T احسب القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف في الأوضاع الآتية : ❶ بعد مرور 0.02 ثانية من وضع الصفر **[0]**

❷ بعد $\frac{1}{600}$ ثانية من وضع الصفر **[27.5 V]**

****

(٢١) ملف دينامو صغير يدور بمعدل 60 دورة / دقيقة فى مجال مغناطيسى منتظم . وكانت القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف الدينامو عند بدء دوران من الوضع الذى يكون فيه مستوى الملف موازيًا لخطوط الفيض هى 0.4 V احسب :

❶ القوة الدافعة الكهربية المتوسطة المستحثة خلال ربع دورة من الوضع العمودى على المجال .

❷ القوة الدافعة الكهربية المستحثة العظمى المتولدة فى ملف الدينامو إذا زاد معدل الدوران الى 90 دورة / دقيقة .

❸ القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة بعد 3 ثوان من بدء الدوران .

[0.25 V , 0.6 V , 0]

****

(٢٢) دينامو تيار متردد يتكون ملفه من 420 لفة مساحة مقطعه 3×10^{-3} m^2 ومقاومة أجزاءه 5 Ω يدور فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.5 T . فإذا بدأ الملف الدوران من الوضع العمودى على خطوط الفيض المغناطيسى ويصل الى النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربية التأثيرية بعد $\frac{1}{200}$ ثانية ($\pi = \frac{22}{7}$) .

❶ احسب متوسط القوة الدافعة الكهربية خلال فترة $\frac{1}{200}$ ثانية . **[126 V]**

❷ احسب القيمة الفعالة للتيار المتولد عند توصيل مقاومة أومية 245 Ω بفرشتى الدينامو . **[0.56 A]**

****

(٢٣) الشكل المقابل :

يوضح العلاقة بين شدة التيار (I) الناتج من دينامو بسيط مقاومة ملفه 10 Ω مع زمن دوران ملفه (t) . اوجد كل من :

❶ القيمة الفعالة لشدة التيار .

❷ القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربية المتولدة .

❸ السرعة الزاوية .

❹ كثافة الفيض إذا كانت عدد لفات الملف 100 لفة ومساحة مقطعها 20 cm^2

[1.414 A , 14.14 V , 157.14 Rad/sec , 0.636 T]

****

(٢٤) يوضح الشكل البيانى العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) فى ملف الدينامو مع الزاوية المحصورة بين العمودى على مستوى الملف واتجاه الفيض المغناطيسى (θ) . أوجد القيمة العظمى للقوة الدافعة المستحثة .

ثانيا : المحول الكهربى

(٢٥) محول قدرته 300 watt وجهد ملفه الابتدائى 200 V وتيار ملفه الثانوى 5 A
❶ احسب جهد ملفه الثانوى ، وهل هذا المحول رافع أم خافض للجهد ؟ [60 V]
❷ ما العامل الذى يتحكم فى قيمة الجهد الخارج منه ؟

****

(٢٦) 🕮 محول خافض يعمل على مصدر قوته الدافعة الكهربية 2500 V يعطي ملفه الثانوي تيار شدته 80 A والنسبة بين عدد لفات الملف الإبتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي كنسبة 20 : 1 وبفرض أن كفاءة هذا المحول 80 % احسب القوة الدافعة الكهربية بين طرفي الملف الثانوي وشدة التيار المار في الملف الإبتدائي . [100 V, 4 A]

****

(٢٧) ✍ محول خافض يعمل في نهاية الخطوط الناقلة للتيار المتردد يخفض الجهد من 3000 V إلى 120 V فإذا كانت القدرة الناتجة من المحول 15 kw وكفاءته 80 % وعدد لفات ملفه الإبتدائي 4000 لفة احسب:
❶ عدد لفات الملف الثانوي [200 لفة]
❷ شدة التيار في كل من الملفين [125 A ثانوي ، 6.25 A ابتدائي]

****

(٢٨) ✍ محول كهربي خافض للجهد كفاءته 100 % عدد لفات ملفه الثانوي 600 لفة استخدم لتشغيل جهاز قدرته 48 watt وفرق جهده 24 V وذلك باستخدام مصدر كهربي قوته الدافعة الكهربية 200 V احسب :
❶ عدد لفات الملف الإبتدائي [5000 لفة]
❷ شدة التيار المار في الملف الثانوي [2 A]
❸ شدة التيار المار في الملف الإبتدائي [0.24 A]

****

(٢٩) ✍ يراد استخدام محول كهربي رافع لرفع الجهد الكهربي من 10V إلى 50V :
❶ هل هذا ممكن باستخدام جهد متردد أم جهد مستمر ؟ ولماذا؟ [المتردد]
❷ احسب عدد لفات الملف الثانوي إذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي 80 لفة بفرض أن كفاءة المحول 100% [400]
❸ اقترح المواد الملاءمة لصنع كل من قلب المحول والملفين الإبتدائي والثانوي له؟

****

(٣٠) ✍ محول كهربي كفاءته 80 % يعمل على مصدر تيار متردد قوته الدافعة 200 V ليعطي قوة دافعة كهربية 8 V فإذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي 1600 لفة وشدة التيار المار فيه 0.2 A احسب :
❶ عدد لفات الملف الثانوي [80 لفة]
❷ شدة التيار في الملف الثانوي [4 A]
❸ ثم وضح لماذا لا يوجد محول كفاءته ١٠٠%؟

****

(٣١) ✍ محول كهربي خافض للجهد يعمل على مصدر قوته الدافعة الكهربية 240 V فإذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي 5000 لفة وعدد لفات ملفه الثانوي 250 لفة وكانت كفاءة المحول تساوي 75 % :
❶ احسب مقدار القوة الدافعة الكهربية المتولدة في الملف الثانوي [9 V]
❷ أذكر ثلاث طرق يمكن بواسطتها تحسين كفاءة أي محول كهربي

****

(٣٢) ✍ محول كهربى يحول 220 V الى 17.6 V والنسبة بين عدد لفات ملفاته 10 : 1 احسب كفاءة المحول [80%]

****

(٣٣) ✍ يوضح الشكل المقابل محول كهربي خافض للجهد:
❶ لماذا يصنع القلب الحديدي للمحول من شرائح معزولة عن بعضها البعض؟
❷ إذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي 640 لفة وكفاءة المحول 80% احسب عدد لفات الملف الثانوي [80 لفة]

200V
20V

****

(٣٤) ✍ محول كهربى مثال عدد لفات ملفيه 800 , 400 لفة اتصل بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربية 100 V احسب أكبر وأصغر قوة دافعة كهربية يمكن الحصول عليها باستخدام هذا المحول . [200 V , 50 V]

(٣٥) ما هي أكبر وأصغر emf يمكن الحصول عليها من دينامو تيار متردد قوته الدافعة 200 V فولت ومحول كهربي نسبة عدد لفات ملفيه 2 : 5 وما هي كفاءة المحول عند استخدامه كمحول رافع إذا كانت نسبة شدتي التيار 9 :25
[500 V , 80 V , 90%]

****

(٣٦) محول كهربي يعمل على فرق جهد 220 V له ملفان ثانويان أحدهما موصل بمروحة كهربية صغيرة تعمل على (6 V ، 0.4 A) والآخر موصل بمسجل يعمل على (12 V ، 0.35 A) إذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي 1100 لفة احسب:

❶ عدد لفات كل من الملفين الثانويين **[30 لفة في حالة المروحة ، 60 لفة في حالة المسجل]**

❷ شدة التيار المار في الملف الإبتدائي والذي يعمل على تشغيل كل من المروحة والمسجل معا **[0.03 A]**

****

(٣٧) محول كهربي خافض للجهد كفاءته 75 % ويعمل على فرق جهد 200 V وله ملفان ثانويان الاول متصل بجهاز قدرته 4.8 Watt ويعمل على فرق جهد قدره 12 V والثانى متصل بجهاز آخر مكتوب عليه (24 V – 0.05 A) . فإذا علمت أن عدد لفات الملف الابتدائى 1100 لفة فاحسب كلاً من

(أ) عدد لفات الملف الثانوى الاول . **[88 لفة]**

(ب)شدة التيار المار فى الملف الابتدائى عند تشغيل الجهازين معًا . **[0.04 A]**

****

(٣٨) تليفزيون يعمل على فرق جهد متردد قيمته العظمى 550 V وتردد 50 Hz يستمد هذا الجهد عن طريق محول رافع يتصل ملفه الابتدائى بطرفى دينامو تيار متردد أبعاد ملفه 20 cm , 10 cm وكثافة فيضه 0.14 tesla بحيث كان عدد لفاته يساوى نصف عدد لفات الملف الابتدائى للمحول احسب عدد لفات الملف الثانوى للمحول (بفرض أن كفاءة المحول (100%
[1250 لفة]

****

(٣٩) جهاز تلفزيون يعمل على فرق جهد متردد 224 V وتردد 50 Hz فإذا كان الجهاز يستمد هذا الجهد من محول كفاءته 80 % يتصل ملفه الابتدائى بقضبى دينامو مساحة اللفة الواحدة منه $0.2\ m^2$ ويدور داخل فيض مغناطيسى كثافته 0.7 T فاحسب :

١- السرعة المنتظمة اللازمة لدوران ملف الدينامو . **[50 Hz]**

٢- عدد لفات الملف الثانوى للمحول ، إذا علمت أن عدد لفات الملف الابتدائى تساوى عدد لفات ملف الدينامو .
[9 turns]

****

(٤٠) محول كهربي خافض للجهد عدد لفات ملفه الإبتدائي 5000 لفة وعدد لفات ملفه الثانوي 250 لفة فإذا كان جهد ملفه الإبتدائي 240 V :

❶ احسب القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة بين طرفي ملفه الثانوي **[12 V]**

❷ إذا تولدت قوة دافعة كهربية عكسية مقدارها 4 V في الملف الثانوي نتيجة تغير شدة التيار المار في الملف الإبتدائي بمعدل 5 A/s فاحسب معامل الحث المتبادل بين الملفين **[0.8 H]**

****

(٤١) تزداد شدة التيار في الملف الإبتدائي لمحول مثالي من صفر إلى 10 A في 2.5 s فإذا كان الفرق في الجهد الإبتدائي 0.04 V والفرق في الجهد الثانوي 0.5 V فاحسب:

❶ معامل الحث الذاتي للملف الإبتدائي **[10^{-2} H]**

❷ نسبة عدد لفات الملف الإبتدائي إلى الملف الثانوي **[25 : 2]**

****

(٤٢) محول خافض كفاءته 90 % يعطي 9 V إذا وصل بمصدر قوته الدافعة الكهربية 220 V فما عدد لفات الملف الثانوي إذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي 1100 لفة وما هي شدة التيار المار في الملف الثانوي إذا كانت شدة التيار في الملف الإبتدائي 0.2 A
[50 لفة ، 4.4 A]

****

(٤٣) محول خافض للجهد استخدم لتشغيل مصباح كهربي قدرته 24 watt ويعمل على فرق جهد 30 V باستخدام منبع كهربي قوته الدافعة الكهربية 240 V فإذا كان عدد لفات الملف الإبتدائي 480 لفة احسب:

❶ شدة التيار المار في كل من الملفين الثانوي والابتدائي **[0.8 A ثانوي ، 0.1 A ابتدائي]**

❷ عدد لفات الملف الثانوي **[60 لفة]**

****

(٤٤) ✍ محول كهربي كفاءته 90 % يحول 220 V إلى 11 V احسب عدد لفات الملف الإبتدائي بالنسبة إلى عدد لفات ملفه الثانوي
[$N_P = 18\ N_s$]

****

(٤٥) ✍ محول خافض للجهد يغذي مصباح كهربي مكتوب عليه (12W – 6V) النسبة بين عدد لفات ملفيه1 : 20 ، احسب
❶فرق الجهد بين طرفي ملفه الإبتدائي **[120 V]**
❷ شدة التيار المار في ملفي المحول **[2 A ثانوي ، 0.1 A ابتدائي]**

****

(٤٦) إذا علمت أن جهد الملف الإبتدائي في محول خافض 200 V وجهد ملفه الثانوي 42 V احسب شدة التيار في الملف الإبتدائي إذا كانت شدة التيار في الملف الثانوي 5 A بفرض أن القدرة الكهربية في الملف الإبتدائ تفقد 16% عند انتقالها إلى الملف الثانوي .
[1.25 A]

****

(٤٧) محول كهربي نسبة عدد لفات ملفه الإبتدائي إلى عدد لفات ملفه الثانوي 55 : 2 فإذا أقفلت دائرته الثانوية ثم وصل طرفا الملف الإبتدائي بقطبي منبع كهربي متردد وكان فرق الجهد بين طرفيه 220 V وبفرض عدم حدوث فقد في الطاقة المنقولة داخل هذا المحول فأوجد :
❶مقدار فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي . **[8 V]**
❷شدة التيار الكهربي في الملف الإبتدائي إذا كانت القدرة المستنفذة فيه 440 watt **[2 A]**

****

(٤٨) مصباح كهربي مكتوب عليه (20 watt – 10 V) يضاء بواسطة محول خافض للجهد موصل ملفه الإبتدائي بمصدر فرق جهده 220 V وشدة تيار دائرة ملفه الإبتدائي 0.15 A احسب:
❶ شدة التيار المار في المصباح **[2 A]**
❷كفاءة المحول **[60.6 %]**

****

(٤٩) وصل الملف الإبتدائي لمحول مثالي بمولد كهربي ومقاومة R على التوالي ووصل ملفه الثانوي بمقاومة قدرها N^2R على التوالي فإذا كانت N هي النسبة بين عدد لفات الملف الثانوي والابتدائي للمحول فأثبت أن معدل تولد الطاقة في المقاومة R هو نفسه في المقاومة N^2R

****

(٥٠) تيار كهربى متردد متوسط جهده 3300 V يمر فى محول كهربى مثالى عدد لفات دائرته الابتدائية 3780 turns
١- احسب متوسط الجهد فى الدائرة الثانوية ، مع العلم انها تتألف من سلك طوله 39.6 m ملفوف حول عمود اسطوانى نصف قطره 5 cm **[110 V]**
٢- يمر التيار الخارج من الدائرة الثانوية فى سلك مقاومته 55 Ω احسب النهاية العظمى لشدة التيار المار فى هذا السلك مع إهمال تأثير الحث الذاتى . **[2.83 A]**

****

(٥١)__فى الشكل المقابل :__
يتصل محولان ببعضهما البعض فإذا كان الملف الابتدائى للمحول الأيسر يتصل بمصدر تيار متردد يعطى 240×10^3 V ، فاحسب فرق الجهد المتولد بين طرفى الملف الثانوى فى المحول الأيمن
[4800 V]

10^3 turns
50 turns
240×10^3 V
600 turns
20 turns

****

(٥٢) محول له ملفين ثانويين يقوم بتحويل القوة الدافعة الكهربية المترددة من 200 V إلى 100 V ، من 200 V إلى 240 V وكل لفة من لفاته تعطى جهدا قدره 0.2 V فما عدد لفات كل من ملفه الإبتدائي وملفيه الثانويين بفرض عدم فقد طاقة
[1000 , 500 , 1200 turns]

****

(٥٣) نقلت قدرة كهربية مقدارها 400 kw من محطة كهربية إلى مصنع خلال خط مقاومته 5 Ω فإذا كان الجهد عند المحطة 2000 V فاحسب كلا من ❶ شدة التيار المار في الخط
❷ الهبوط في الجهد ❸ القدرة المفقودة على شكل حرارة
❹ إذا رفع الجهد عند المحطة إلى 20000 V بواسطة محول رافع للجهد فاحسب القدرة المفقودة في هذه الحالة
[200 A , 1000 V , 2×10^5 W , 2×10^3 W]

****

(٥٤) تنتقل الطاقة الكهربية من محطة قوى بواسطة كابلات لها مقاومة كلية مقدارها 200 Ω إذا علمت أن المولد يمد المحطة بقوة قدرها 400 kW احسب القدرة المفقودة في الأسلاك نتيجة الحرارة عند :

❶فرق جهد 2×10^4V **[8×10^4 W]**

❷ فرق جهد 5×10^5V **[128 W]**

****

(٥٥) إذا كانت قدرة إحدى محطات توليد الكهرباء 10^5 kw وتعمل هذه المحطة على فرق جهد قدره 5×10^4 V فإذا أردنا نقل طاقة كهربية من هذه المحطة إلى أماكن توزيع تبعد عنها بمقدار 1000 km عبر أسلاك نقل مقاومة 1 km منهما 0.25 Ω فهل من الأفضل نقل الطاقة الكهربية عند فرق جهد المحطة أم رفعه إلى 5×10^6 V قبل نقله ؟

[يفضل رفعه إلى 5×10^6V]

****

(٥٦) يراد نقل قدرة كهربية مقدارها 80 kw من محطة توليد الى أحد المصانع الذى يبعد عن المحطة 2 km فإذا كان فرق الجهد عند المحطة 400 V وكانت مقاومة الكيلومتر الواحد من سلك التوصيل 0.1 Ω فأوجد ❶ القدرة المفقودة . ❷ وعند استخدام محول رافع عند المحطة يرفع الجهد الى 2000 V فأوجد القدرة المفقودة عندئذ ، ثم أذكر ما تستنتجه

[16KW , 640W ، كلما قلت شدة التيار المار فى أسلاك النقل كلما قلت القدرة المفقودة أثناء النقل بمقدار كبير جدا]

****

(٥٧) محطة توليد كهربي تنتج قدرة 120 kw يراد نقلها إلى مصنع يبعد عنها 3 km فإذا كان فرق الجهد عند المحطة 400V وكانت مقاومة الكيلومتر الواحد من السلك 0.1 Ω احسب :

❶القدرة المفقودة على شكل حرارة **[54 kw]**

❷كفاءة النقل **[55 %]**

❸الهبوط في فرق الجهد عند المصنع **[180 V]**

❹إذا استخدم محول رافع عند محطة التوليد لرفع الجهد إلـى 4000V مـا مقدار القدرة المفقودة فـي هذه الحالة وما هي ملاحظاتك على النتائج السابقة؟ **[270 watt]**

****

ثالثا : المحرك الكهربى

(٥٨) موتور كهربى صغير متصل ببطارية قوتها الدافعة الكهربية 12 V وعندما يدور بأقصى سرعة تكون شدة التيار الكهربى فى الدائرة 1 A ، وتصبح هذه الشدة 2 A عند توقف الموتور عن الحركة . احسب القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية ، واحسب قيمة المقاومة التى إذا وصلت فى الدائرة على التوالى عند بدء الحركة ثم استبعدت (فصلت) عندما تبلغ سرعته أقصاها تبقى شدة التيار فى الدائرة بدون تغير . **[6 V , 6 Ω]**

****

(٥٩) إذا وصل مصدر كهربى قوته الدافعة الكهربية 115 V بمحرك كهربى والقوة الدافعة العكسية المتولدة فى ملف المحرك أثناء دورانه 112 V وشدة التيار به 6 A . احسب شدة التيار لحظة غلق الدائرة . **[230 A]**

****

(٦٠) موتور كهربى ملفه يتكون من 100 لفة فى مجال كثافة فيضه 0.2 Tesla أبعاده 20 cm × 10 cm ومقاومة الملف 2 Ω ومقاومة باقى أجزاء الدائرة 2 Ω وصل ببطارية 20 V مقاومتها الداخلية 1 Ω فدار بسرعة 20 Rad/sec احسب عزم الازدواج الذى يحرك الموتور . **[1.15 N.m]**

****

(٦١) موتور رفع يُغذى بفرق جهد 240 V ويحتاج الى تيار شدته 12 A لكى يرفع كتلة قيمتها طن واحد بمعدل 8 امتار كل دقيقة . احسب القدرة الداخلة للموتور والقدرة الخارجة منه وكذا الكفاءة الكلية له علما بان g =9.8 m/s^2

[2880 watt , 1306.66 watt , 45.37%]

****

رابعا : العلاقات البيانية

(٦٢) مولد كهربي بسيط يمكن تغيير سرعة دوران ملفه وبالتالي تغيير تردد التيار المتولد منه ، وعدد لفاته (N) ومساحة مقطع كل لفة من لفاته(m^2) $\frac{4}{\pi}$ يدور في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 10^{-3} T ، الجدول التالي يوضح العلاقة بين تردد التيار (f) والقيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في الملف $(emf)_{max}$

f (Hz)	10	20	25	40	b	80	100
$(emf)_{max}$ (V)	80	160	a	320	480	640	800

❶ ارسم علاقة بيانية بين (f) على المحور الأفقي ، $(emf)_{max}$ على المحور الرأسي .

❷ من الرسم أوجد:

أ- قيمة كل من a ، b **[60 Hz ، 200 V]**

ب- عدد لفات الملف . **[1000 لفة]**

****

(٦٣) دينامو بسيط عدد لفاته N ومساحة مقطع كل لفة من لفاته $\frac{500}{\pi} cm^2$ وتردده 50 Hz ، يدور فى مجال مغناطيسي منتظم ، الجدول التالى يوضح العلاقة بين القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى الملف $(emf)_{max}$ وكثافة الفيض المغناطيسي (B) :

$(emf)_{max}$ (V)	100	150	200	x	450	600	800	1000
B (T)	0.1	0.15	0.2	0.3	0.45	0.6	y	1

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين (B) على المحور الأفقى ، $(emf)_{max}$ على المحور الرأسى .

(ب)من الرسم أوجد :

❶قيمة كل من x , y **[300 V , 0.8 T]** ❷ عدد لفات الملف **[200 لفة]**

****

(٦٤) ملف دينامو مساحة مقطعه 70 cm^2 يدور بانتظام فى مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.05 T الجدول التالى يوضح العلاقة بين النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربية المستحثة بالملف $(emf)_{max}$ وعدد لفات الملف (N)

$(emf)_{max}$ (V)	5	10	x	20	25	30	40
N	80	160	240	320	y	480	640

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين (N) على المحور الأفقى ، $(emf)_{max}$ على المحور الرأسى .

(ب)من الرسم أوجد :

❶قيمة كل من x , y **[15 V , 400]** ❷ تردد دوران الملف **[28.4 Hz]**

****

(٦٥) ✍ الجدول التالى يعطى القيم اللحظية لتيار متردد خلال نصف دورة :

I (A)	0	3.83	7.07	9.24	10	9.24	7.07	3.83	0
t (ms)	0	1.25	2.5	3.75	5	6.25	7.5	8.75	10

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار (I) على المحور الرأسى ، والزمن (t) على المحور الأفقى .

(ب)من الرسم أوجد :

❶الزمن الدورى ❷ تردد التيار

❸ القيمة العظمى لشدة التيار . ❹ الزمن الذى تكون شدة التيار عنده 5 A

❺ الزاوية بين خطوط الفيض والعمودى على مستوى الملف عندما تكون شدة التيار 5 A

❻ عين وضع مستوى الملف بالنسبة لخطوط الفيض عندما تكون شدة التيار 10 A

[20 ms , 50 Hz , 10 A , 1.7 ms , 30^o , 90^o]

****

(٦٦) ✍ الجدول التالى يوضح القيمة اللحظية (emf) المتولدة فى ملف دينامو مساحة مقطعه $0.125\ m^2$ وعدد لفاته 200 لفة خلال دورة كاملة :

emf (V)	0	22	31.4	22	0	– 22	– 31.4	– 22	0
t (ms)	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20

(أ) ارسم الشكل الموجى لهذه القوة الدافعة الكهربية خلال دورة كاملة .

(ب)من الرسم أوجد :

❶القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربية المتولدة . ❷ تردد التيار الناتج .

❸ كثافة الفيض المغناطيسى .

❹ emf اللحظية عندما يصنع مستوى الملف 60^o مع اتجاه الفيض المغناطيسى . علماً بأن ($\pi = 3.14$)

[31.4 V , 50 Hz , 4×10^{-3} T , 15.7 V]

****

(٦٧) الجدول التالى يعطى قيم زاوية الدوران لملف دينامو تيار متردد والقوة الدافعة المستحثة المتولدة فيه :

(θ) (deg)	0	30	60	90	120	150	180
emf (V)	0	100	173.2	200	173.2	100	0

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين القوة الدافعة المستحثة اللحظية (emf) على المحور الرأسى ، الزاوية (θ) على المحور الأفقى

(ب)من الرسم أوجد القيمة الفعالة للقوة الدافعة المستحثة اللحظية **[141.4 V]**

****

(٦٨) ✍ الجدول التالى يعطى العلاقة بين قدرة الملف الابتدائى $(P_w)_P$ وقدرة الملف الثانوى $(P_w)_S$ المقابلة لها لمحول خافض للجهد ، النسبة بين عدد لفات ملفيه 1 : 20 حيث جهد الملف الابتدائى 220 V :

$(P_w)_P$ (watt)	1.25	2.5	3.75	5	6.25
$(P_w)_S$ (watt)	1	2	3	4	5

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين قدرة الملف الثانوى $(P_w)_S$ على المحور الرأسى، قدرة الملف الابتدائى $(P_w)_P$ على المحور الأفقى

(ب)من الرسم أوجد

❶ كفاءة المحول . **[80 %]**

❷ إذا كانت شدة التيار فى الملف الثانوى 2 A ، احسب شدة التيار المار فى الملف الابتدائى . **[0.1 A]**

****

(٦٩) ✍ يتصل الملف الابتدائى لمحول كهربى بمصدر تيار متردد متغير الجهد وسجلت قيم الجهد الكهربى عبر كل لفة من لفات ملفه الابتدائى (V_1) ، وأيضا الجهد الكهربى عبر كل لفة من لفات ملفه الثانوى (V_2) فى الجدول التالى : (مع إهمال أثر التغير فى درجة حرارة المحول أثناء التشغيل)

الجهد الكهربى عبر كل لفة من لفات الملف الابتدائى (V_1) فولت	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
الجهد الكهربى عبر كل لفة من لفات الملف الثانوى (V_2) فولت	0.90	1.35	1.80	2.25	2.70

١- ارسم خطًا بيانيًا يمثل العلاقة بين الجهد الكهربى عبر كل لفة من لفات الملف الثانوى على المحور الرأسى ، والجهد الكهربى عبر كل لفة من لفات الملف الابتدائى على المحور الأفقى .

٢- من الشكل البيانى أوجد قيمة ميل الخط المستقيم ، وكفاءة المحول الكهربى .

٣- فى أحد المحاولات وجد أن القدرة الكهربية الناتجة فى المحول الثانوى 360 W ، فكم تكون القدرة الكهربية المستمدة من المصدر فى تلك الحالة ؟

****

الدرس الاول

دوائـر الـتيـار المـتـردد

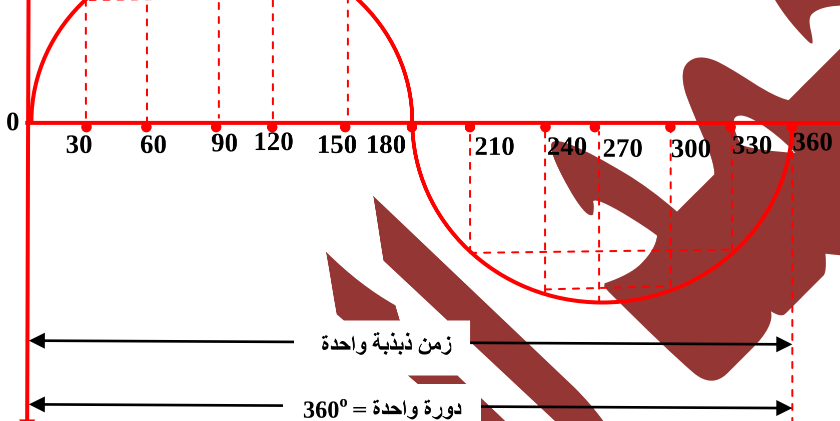
◈ ☜ درسنا فى الفصل السابق كيفية عمل دينامو التيار المتردد وعلمنا أن التيار المتردد :

- تتغير شدته من الصفر الى نهاية عظمى ثم تهبط الى الصفر مرة أخرى وذلك خلال نصف الدورة الأول .
- ينعكس اتجاهه وتزداد شدته من الصفر الى نهاية عظمى ثم تقل الى الصفر وذلك خلال نصف الدورة الثانى .

علل ◈ **يُمثل التيار المتردد بيانيًا بمنحنى جيبى .**

وذلك لأن شدة التيار (I) وكذلك القوة الدافعة الكهربية (V) تتغير قيمتها واتجاهها تبعًا للعلاقتين :

$$I = I_{max} \sin \theta \quad ، \quad V = V_{max} \sin \theta$$



◈ ☜ مما سبق يمكن تعريف التيار المتردد :

التيار المتردد

"التيار الذى تتغير شدته دوريًا من الصفر الى نهاية عظمى ثم يعود الى الصفر في نصف دورة ثم ينعكس اتجاهه وتزداد شدته الى نهاية عظمى ثم يعود الى الصفر في نصف الدورة الثانى ويتكرر ذلك بنفس الكيفية كل دورة . "

تردد التيار المتردد (f)

"عدد الذبذبات (الدورات) الكاملة التى يصنعها التيار المتردد في الثانية الواحدة . "

◈ يختلف تردد التيار باختلاف الدول ، فتردد التيار المستخدم فى مصر هو 50 Hz

◈ ☜ **ما معنى قولنا أن : تردد التيار المتردد هو 50 Hz**

معنى ذلك أن عدد الذبذبات (الدورات) الكاملة التى يصنعها التيار المتردد فى الثانية الواحدة يساوى 50 دورة .

الزمن الدورى للتيار المتردد (T)

" الزمن الذى يستغرقه التيار المتردد فى عمل ذبذبة (دورة) كاملة واحدة "

لاحظ أن

$$T = \frac{1}{f}$$

خصائص التيار المتردد

❶ يمكن رفع أو خفض القوة الدافعة الكهربية للتيار المتردد حسب الحاجة وباستخدام المحولات الكهربية .
❷ يمكن نقل الطاقة الكهربية لمسافات بعيدة من مصادر التوليد الى أماكن الاستهلاك عبر الأسلاك دون فقد كبير نسبيًا فى الطاقة الكهربية وذلك بعد رفع جهدها باستخدام المحولات .
❸ يمكن تحويل التيار المتردد لتيار مستمر .
❹ يصلح التيار المتردد فى بعض العمليات مثل الإضاءة والتسخين ولكنه لا يصلح فى عمليات أخرى (كالتحليل الكهربى والطلاء بالكهرباء فيستخدم التيار المستمر) .
❺ لكل من التيار المتردد والتيار المستمر تأثير حرارى عند مرورهما فى مقاومة أومية (لأن التأثير الحرارى لا يتوقف على اتجاه التيار) .

الأميتر الحرارى

لا يصلح الأميتر ذو الملف المتحرك لقياس شدة التيار المتردد لتغير شدته واتجاهه باستمرار حيث أن الأميتر ذو الملف المتحرك تعتمد فكره عمله على ثبات شدة واتجاه المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار الكهربى المستمر ،

لذلك : يُعتمد على التأثير الحرارى للتيار المتردد فى قياس شدته من خلال الأميتر الحرارى .

الأميتر الحرارى

" جهاز يستخدم لقياس شدة التيار المتردد أو المستمر ويعتمد على التمدد الذى تحدثه الحرارة التى يولدها التيار الكهربى فى سلك من سبيكة الأيريديوم البلاتينى "

◈ استخدام الأميتر الحرارى :

قياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد وقياس شدة التيار المستمر .

◈ تركيب الأميتر الحرارى :

❶ سلك رفيع مصنوع من سبيكة الأيريديوم والبلاتين مشدود بين المسمارين A , B

❷ يتصل السلك من منتصفه بطرف خيط حرير يلف لفة واحدة حول بكرة S .

❸ يشد الخيط الحريري بواسطة زنبرك مثبت فى الجدار ويكون مشدود دائمًا .

❹ يثبت على البكرة مؤشر يتحرك طرفه أمام تدريج غير منتظم لقياس شدة التيار .

❺ يوصل سلك الأيريديوم البلاتينى على التوازى بمقاومة R تستخدم كمجزئ تيار.

◈ فكرة عمل الأميتر الحرارى :

التأثير الحرارى للتيار الكهربى .

حيث يولد التيار الكهربى (المتردد أو المستمر) عند مروره فى مقاومة أومية كمية من الحرارة يتوقف مقدارها على القيمة الفعالة للتيار المار .

◈ شرح عمل الأميتر الحرارى :

❶ يوصل الأميتر الحرارى على التوالى بالدائرة المراد قياس شدة التيار المتردد المار بها .

❷ عند مرور التيار الكهربى فى السلك تتولد فيه كمية من الحرارة فيسخن ويتمدد ويرتخى .

❸ يقوم خيط الحرير بشد السلك فتدور البكرة ويتحرك المؤشر على التدريج .

❹ تؤخذ القراءة عند ثبات المؤشر وذلك عندما تتساوى كمية الحرارة المتولدة فى السلك فى زمن معين مع كمية الحرارة المفقودة منه فى نفس الزمن .

❺ يدل التدريج الذى يثبت عنده طرف المؤشر على القيمة الفعالة للتيار المتردد .

❻ عند قطع التيار عن الدائرة يبرد السلك وينكمش فيجذب خيط الحرير ليعود المؤشر لصفر تدريجه .

◈ مميزات الأميتر الحرارى :

❶ لا يتوقف عمله على اتجاه التيار الكهربى .

❷ يصلح لقياس شدة التيار المتردد أو المستمر على نفس التدريج لأن لكل منهما تأثير حرارى .

◈ عيوب الأميتر الحرارى :

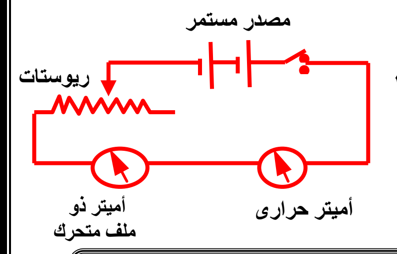
❶ يتحرك مؤشره ببطء حتى يثبت عند مرور تيار كهربى فيه كما أنه يعود الى الصفر ببطء عند قطع التيار عنه .

❷ يتأثر سلك الأيريديوم البلاتينى بحرارة الجو ارتفاعًا وانخفاضًا وذلك يسبب خطأ فى دلالة الأميتر يسمى الخطأ الصفرى .

<u>للتغلب على هذا العيب</u> : يشد السلك على لوحة من مادة لها نفس معامل تمدد السلك مع عزله عنها .

◈ طريقة المعايرة :

يمكن معايرة (عمل تدريج) الأميتر الحرارى بمقارنته بالأميتر ذو الملف المتحرك عندما يوصلا معًا على التوالى ويمر فيهما تيار مستمر .



ملاحظة

◈ تدريج الأميتر الحرارى غير منتظم وأقسامه ليست متساوية بل يزداد اتساعها كلما زادت شدة التيار .
لأن : كمية الحرارة المتولدة فى السلك ($W = I^2 R t$) تتناسب طرديًا مع مربع شدة التيار المار به (I^2)
وبالتالى تتوقف زاوية انحراف مؤشر الأميتر الحرارى على مربع شدة التيار الفعال المار فى السلك .
فمثلًا : إذا زادت شدة التيار الى الضعف زادت كمية الحرارة المتولدة الى أربعة أمثال .

م	علل	الإجابة
١	تستخدم خاصية الأثر الحرارى للتيار المتردد كأساس لعمل الأميتر الحرارى .	لأن الأميتر الحرارى يقيس القيمة الفعالة لشدة التيار على أساس التمدد الذى تحدثه الحرارة التى يولدها التيار في سلك من الأيريديوم البلاتينى وهى خاصية لا تعتمد على اتجاه التيار .
٢	يصنع السلك المشدود بين المسمارين فى الأميتر الحرارى من سبيكة الأيريديوم البلاتينى .	حتى يسخن السلك ويتمدد بمقدار محسوس عند مرور تيار كهربى فيه .
٣	يوصل بسلك الأيريديوم البلاتينى فى الأميتر الحرارى مقاومة R على التوازى .	حتى تعمل كمجزئ للتيار فيمر بسلك الأيريديوم البلاتينى تيار مناسب عند القياس .
٤	يدمج الأميتر الحرارى فى الدائرة الكهربية على التوالى .	حتى يمر بالأميتر الحرارى التيار المتردد المراد قياس شدته .
٥	تدريج الأميتر الحرارى غير منتظم .	لأن كمية الحرارة المتولدة فى السلك ($W = I^2Rt$) تتناسب طرديًا مع مربع شدة التيار المار به (I^2)
٦	يستخدم الأميتر الحرارى فى قياس شدة التيار المتردد وشدة التيار المستمر .	لأن فكرة عمله تبنى على الأثر الحرارى للتيار الكهربى الذى لا يتوقف على اتجاه التيار .
٧	وجود خطأ فى دلالة الأميتر الحرارى (الخطأ الصفرى)	لأن سلك الأيريديوم البلاتينى يتأثر بحرارة الجو ارتفاعًا و انخفاضًا .
٨	غالبًا ما يشد السلك فى الأميتر الحرارى على لوحة من مادة لها نفس معامل التمدد للسلك مع عزله عنها .	للتغلب على الخطأ فى دلالة الأميتر الناتج عن تأثر سلك الأيريديوم بحرارة الجو (الخطأ الصفرى) .
٩	لا يصلح الأميتر ذو الملف المتحرك فى قياس شدة التيار المتردد .	لانه يبنى عمله على ثبوت اتجاه المجال المغناطيسى للتيار بينما التيار المتردد يغير اتجاهه ، كما ان القصور الذاتى للمؤشر يمنعه من سرعة متابعة تردد التيار فلا ينحرف المؤشر .

م	ماذا يحدث فى كل مما يأتى	الإجابة
١	مرور تيار متردد فى مقاومة أومية بالنسبة لدرجة حرارتها .	ترتفع درجة حرارتها نتيجة فقد في الطاقة الكهربية في صورة طاقة حرارية .
٢	مرور تيار مستمر (أو متردد) فى الأميتر الحرارى .	تتولد كمية من الحرارة في سلك الأيريديوم البلاتينى فيسخن ويتمدد ويرتخى مما يؤدى الى انحراف المؤشر على التدريج ببطء حتى يثبت عند قراءة تدل على قيمة شدة التيار الفعال .
٣	قطع التيار عن دائرة تحتوى على الأميتر الحرارى .	يبرد سلك الأيريديوم البلاتينى وينكمش فيجذب خيط الحرير ليعود المؤشر الى صفر التدريج ببطء .
٤	انقطاع خيط الحرير فى الأميتر الحرارى .	لن يسبب التمدد الحادث فى سلك الأيريديوم البلاتينى دوران البكرة وبالتالى لا يمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار .

م	أذكر وظيفة أو استخداماً واحداً لكل مما يأتى	الإجابة
١	سلك الايريديوم البلاتينى فى الأميتر الحرارى .	عند مرور التيار الكهربى في السلك يسخن ويتمدد بشكل محسوس ، وبالتالى يمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار .
٢	خيط الحرير فى الأميتر الحرارى .	يقوم بشد سلك الأيريديوم البلاتينى عند تمدد السلك نتيجة التسخين فتدور البكرة ويتحرك المؤشر على التدريج حتى يثبت فيمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار .
٣	البكرة فى الأميتر الحرارى .	تدور البكرة فيتحرك المؤشر على التدريج حتى يثبت ويدل التدريج الذى يثبت عنده طرف المؤشر على القيمة الفعالة للتيار المتردد .
٤	الملف الزنبركى فى الأميتر الحرارى .	شد الخيط الحريرى لإدارة البكرة المتصلة بالمؤشر وذلك عند تمدد سلك الأيريديوم البلاتينى فيمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار .
٥	المقاومة R المتصلة على التوازى بسلك الأيريديوم البلاتينى فى الأميتر الحرارى .	تعمل كمجزئ للتيار حتى يمر تيار مناسب بسلك الأيريديوم البلاتينى .

وجه المقارنة	الأميتر الحرارى	الأميتر ذو الملف المتحرك
فكرة العمل	التأثير الحرارى للتيار الكهربى	التأثير الكهرومغناطيسى للتيار الكهربى
الاستخدام	قياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد	قياس شدة التيار المستمر فقط
التدريج	غير منتظم لأن $W \alpha I^2$	منتظم لأن $\theta \alpha I$
التأثر بدرجة حرارة الجو	تتأثر قراءته بدرجة حرارة الجو المحيط	لا تتأثر قراءته بدرجة حرارة الجو المحيط
المؤشر	يتحرك ببطء عند مرور أو انقطاع التيار	يتحرك بسرعة عند مرور أو انقطاع التيار
الخطأ الصفرى	يوجد خطأ صفرى	لا يوجد خطأ صفرى

	التيار المتردد	التيار المستمر
كيفية الحصول عليه	دينامو التيار المتردد	* دينامو التيار المستمر . * الأعمدة الكهربية . * المراكم
مولداته	رخيصة التكاليف مثل مساقط المياه	كبيرة التكاليف مثل البطاريات
الخواص	متغير الشدة والاتجاه بنظام دورى ثابت	ثابت الشدة وموحد الاتجاه بمرور الزمن
تغيير شدته	يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربية بالمحولات .	يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربية أى أنها ثابتة
تحويله	يمكن تحويله الى تيار ثابت بالتعديلات على مولداته أو بالوصلة الثنائية .	لا يمكن تحويله الى تيار متردد بالطرق العادية .
تمثيله بيانيًا	يمثل بمنحنى جيبى	يمثل بخط مستقيم
مروره في المكثفات	يمر في دائرة بها مكثف	لا يمر في دائرة بها مكثف
إمكانية النقل	يمكن نقله لمسافات بعيدة دون فقد يذكر في الطاقة باستخدام المحول الكهربى .	لا يمكن نقله لمسافات بعيدة حيث يفقد طاقة كبيرة على شكل حرارة في الأسلاك .
الاستخدام	* الإضاءة . * التسخين .	* الإضاءة . * التسخين . * التحليل الكهربى * الطلاء بالكهرباء . * شحن المراكم
أجهزة قياس شدته	الأميتر الحرارى	الأميتر الحرارى . الأميتر ذو الملف المتحرك .

دوائر التيار المتردد (AC)

اولا : دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية عديمة الحث

◈ عند توصيل مقاومة أومية عديمة الحث ومصدر تيار متردد ومفتاح على التوالى كما بالشكل فإن :

مصدر تيار متردد
K
R

• عند غلق الدائرة يكون فرق الجهد بين طرفى المقاومة (R)

$$V = V_{max} \sin\theta = V_{max} \sin\omega t \longrightarrow ❶$$



حيث : (V) القيمة اللحظية لفرق الجهد ، (V_{max}) القيمة اللحظية لفرق الجهد ،

(θ) زاوية الطور (θ = ω t) ، (ω) السرعة الزاوية (ω = 2 π f) .

• طبقًا لقانون أوم تتعين شدة التيار من العلاقة : $I = \frac{V}{R}$

$$\therefore I = \frac{V_{max}}{R} \sin\omega t$$

$$I = I_{max} \sin\omega t \longrightarrow ❷$$

بمقارنة المعادلتين ❶ ، ❷ :

نجد أن : فرق الجهد وشدة التيار فى مقاومة أومية عديمة الحث متفقان فى الطور

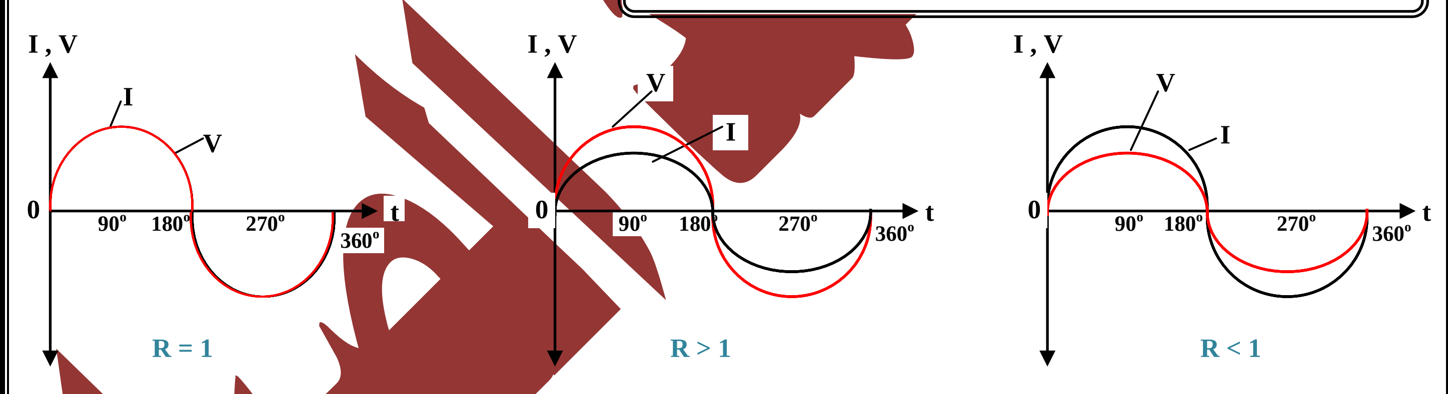
لذلك ينمو التيار والجهد معًا حتى يصلا الى القيمة العظمى معًا ويهبطان للصفر معًا . (علل)

زاوية الطور (θ)

" هى مقدار الإزاحة بين شدة التيار وفرق الجهد الكلى "



التمثيل البيانى للتيار وفرق الجهد فى مقاومة عديمة الحث :



التمثيل الاتجاهى للتيار وفرق الجهد فى مقاومة عديمة الحث :

◈ يمثل التيار وفرق الجهد فى مقاومة عديمة الحث بمتجهين لهما نفس الاتجاه كما بالشكل المقابل :

متجه التيار
متجه الجهد

مما سبق نستنتج أن

❶ عند مرور التيار المتردد فى مقاومة أومية عديمة الحث ينمو الجهد والتيار معًا ويصلان الى قيمة عظمى فى آن واحد ثم يهبطان الى الصفر فى آن واحد **أى أنهما فى طور واحد حيث المقاومة لا تعتمد على تردد المصدر وتُحسب من العلاقة :**

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V_{max}}{I_{max}} = \frac{V_{eff}}{I_{eff}}$$

❷ القدرة الكهربية تحسب من العلاقة :

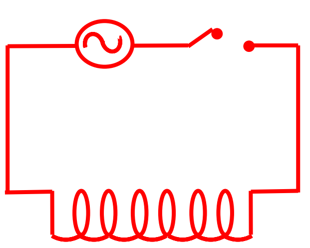
$$P_W = V_{eff} I_{eff} = \frac{1}{2} V_{max} I_{max}$$

العلاقة بين القيمة العظمى لشدة التيار المار في مقاومة أومية عديمة الحث والتردد

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R} = \frac{NBA\omega}{R} = \frac{NBA2\pi f}{R} \Longrightarrow I_{max} = const \times f$$

أى أن : القيمة العظمى للتيار المار فى مقاومة أومية يتناسب طرديًا مع التردد .

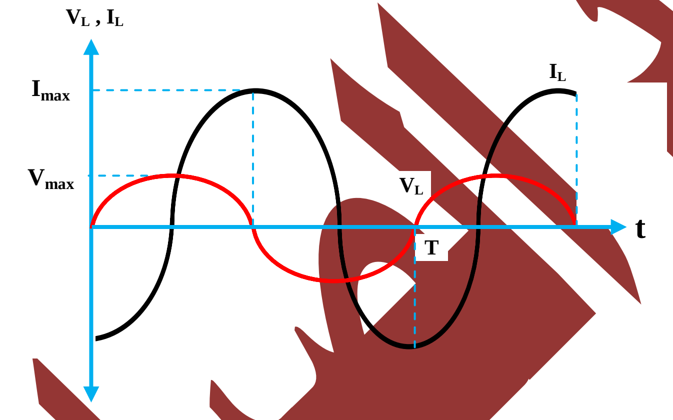
ثانيا : دائرة تيار متردد تحتوى على ملف حث عديم المقاومة



◈ عند توصيل ملف حث عديم المقاومة ومصدر تيار متردد ومفتاح على التوالى كما بالشكل فإن :

- عند غلق الدائرة ينمو التيار تدريجيًا من الصفر الى نهاية عظمى بمعدل ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$) .
- نتيجة تغير قيمة شدة التيار بمرور الزمن **تتولد** قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية بالحث الذاتى مقدارها ($-L\frac{\Delta I}{\Delta t}$) **حيث** L معامل الحث الذاتى للملف .
- القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية تقاوم التغير الحادث فى شدة التيار ويكون اتجاهها معاكسًا (مضادًا) لاتجاه القوة الدافعة الكهربية للمصدر ويكون ترددها مساو لتردد المصدر .

أى أن : القيمة اللحظية لفرق الجهد $V = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$



الفرق في الطور بين التيار وفرق الجهد

◈ تتغير شدة التيار مع زاوية الطور على صورة منحنى جيبى كما بالشكل . ويمثل ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$) ميل المماس للمنحنى **حيث** :

❶ عندما تكون زاوية الطور مساوية للصفر فإن شدة التيار تساوى صفر وبالتالى يكون $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ نهاية عظمى أى يكون الميل نهاية عظمى وبذلك تصل قيمة فرق الجهد (V) نهاية عظمى .

❷ تزداد زاوية الطور تدريجيًا بزيادة شدة التيار فيقل الميل تدريجيًا حتى يصل الى الصفر وذلك عنما تصل قيمة شدة التيار (I) نهاية عظمى وبذلك تصل قيمة فرق الجهد (V) الى الصفر .

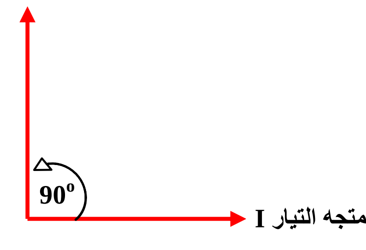
❸ يصبح ميل المماس مقدارًا سالبًا عندما تقل شدة التيار وتصبح قيمة فرق الجهد مقدارًا سالبًا .

التمثيل الاتجاهى للتيار والجهد في ملف حث عديم المقاومة

مما سبق يتضح أن

التيار يتأخر عن فرق الجهد فى الطور بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة أى بزاوية 90^o بسبب وجود مفاعلة حثية (ممانعة) ناتجة عن الحث الذاتى للملف الذى يقاوم التيار .





المفاعلة الحثية

◈ يلاحظ أن القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية المتولدة بالحث الذاتى فى الملف عديم المقاومة تسبب نوعًا من المقاومة لمرور التيار الأصلى تسمى المفاعلة الحثية (X_L)

المفاعلة الحثية (X_L)

" الممانعة التى يلقاها التيار المتردد فى الملف بسبب حثه الذاتى . "

◈ تقاس المفاعلة الحثية بوحدة الأوم (Ω)

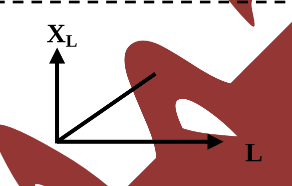
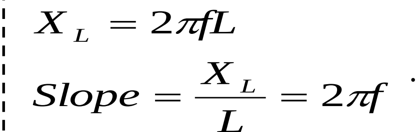
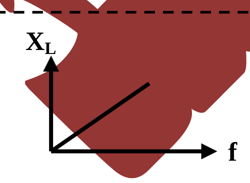
◈ تتعين المفاعلة الحثية من العلاقة :

$$X_L = 2\pi f L = \omega L$$

حيث

(L) معامل الحث الذاتى للملف . (f) تردد التيار المناسب فى الملف . (ω) السرعة الزاوية . (π) $\frac{22}{7}$

العوامل التى تتوقف عليها المفاعلة الحثية للملف حث

العلاقة بين	الشكل البيانى	القانون ودلالة الميل
(١) معامل الحث الذاتى (L) " علاقة طردية "		 $X_L = 2\pi f L$ $Slope = \frac{X_L}{L} = 2\pi f$
(٢) تردد التيار (f) " علاقة طردية "		$X_L = 2\pi f L$ $Slope = \frac{X_L}{f} = 2\pi L$

أسئلة وتعليلات هامة جداً

◄ **ما معنى قولنا أن : المفاعلة الحثية لملف = 100 Ω**

معنى ذلك أن الممانعة التى يلقاها التيار المتردد فى الملف بسبب حثه الذاتى تساوى 100 Ω

◄ **ما الفرق بين المفاعلة الحثية والمقاومة الأومية ؟**

- المفاعلة الحثية لملف مهمل المقاومة لا تسبب فقد فى الطاقة حيث تكون مقاومة التيار بواسطة القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية ويقوم الملف بتخزين الطاقة الكهربية على شكل مجال مغناطيسى .
- المقاومة الأومية عديمة الحث تسبب فقد فى الطاقة الكهربية فى صورة طاقة حرارية .

أى أن : القدرة المستهلكة فى ملف حث عديم المقاومة متصل بمصدر تيار متردد = صفر .

م	علل	الإجابة
١	**القدرة المستهلكة في ملف الحث عديم المقاومة نتيجة مرور تيار متردد فيه = صفر**	لأن مقاومة التيار تكون بواسطة القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية ويقوم الملف بتخزين الطاقة المغناطيسية فى شكل مجال مغناطيسى .
٢	**للملف الواحد أكثر من مفاعلة حثية .**	لأن المفاعلة الحثية تتناسب طرديًا مع تردد التيار المار في الملف فيكون للمفاعلة قيم متعددة حسب تردد كل مصدر .
٣	**عند الترددات العالية تصبح الدائرة الكهربية المكونة من ملف حث ومصدر تيار متردد دائرة مفتوحة**	لأن مفاعلة الملف تزداد بزيادة التردد ($X_L \propto f$) لذا تكون كبيرة جدًا في حالة الترددات العالية فلا يمر التيار لأنها تتناسب عكسيًا مع X_L وتصبح الدائرة كأنها مفتوحة .

◄ **اثبت أن المفاعلة الحثية تقاس بوحدة الأوم .**

$$X_L = 2\pi fL$$

$$= H / s = \frac{V.s}{A} \times \frac{1}{s} = \frac{V}{A} = \Omega$$

◈ الملف فى دوائر التيار المتردد يعتبر مقاومة ويطلق عليها أسم المفاعلة الحثية .

◈ المفاعلة الحثية لتيار مستمر = صفر لأن تردد التيار المستمر = صفر ، وبالتالى تصبح $X_L = zero$

◈ عند مرور تيار كهربى مستمر فى ملف فإن المقاومة الوحيدة التى يلقها التيار هى المقاومة الأومية للملف .

◈ تتعين قيمة معامل الحث الذاتى (L) لملف حلزوني من العلاقة :

$$L = \frac{\mu AN^2}{\ell} = \mu.n^2.V_{OL}$$

م	علل	الإجابة
١	**عند زيادة عدد لفات الملف تزداد المفاعلة الحثية له لمرور تيار متردد ثابت التردد .**	لأن المفاعلة الحثية لملف (X_L) تتناسب طرديًا مع معامل الحث الذاتى (L) الذى يتناسب طرديًا مع مربع عدد لفات الملف (N^2)
٢	**تزداد المفاعلة الحثية لملف عند وضع قضيب من الحديد المطاوع داخله وإمرار نفس التيار المتردد فيه .**	لأن المفاعلة الحثية لملف (X_L) تتناسب طرديًا مع معامل الحث الذاتى (L) الذى يتناسب طرديًا مع معامل نفاذية الوسط (μ) كما أن معامل نفاذية الحديد المطاوع أكبر من معامل نفاذية الهواء .

◈ تتعين شدة التيار فى ملف حث عديم المقاومة من العلاقة :

$$I = \frac{(V_L)}{(X_L)} \quad \frac{\text{فرق الجهد بين طرفى الملف}}{\text{المفاعلة الحثية للملف}}$$

◈ يمكن تعيين المفاعلة الحثية من العلاقة :

$$X_L = \frac{V_{max}}{I_{max}} = \frac{V_{eff}}{I_{eff}}$$

◈ للمقارنة بين المفاعلة الحثية لملفين :

$$\frac{X_{L_1}}{X_{L_2}} = \frac{f_1 L_1}{f_2 L_2}$$

العلاقة بين القيمة العظمى لشدة التيار المار في ملف حث عديم المقاومة والتردد

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{NBA\omega}{2\pi fL} = \frac{NBA2\pi f}{2\pi fL} = \frac{NBA}{L}$$

أى أن شدة التيار العظمى لا تتوقف على التردد وتظل قيمتها ثابتة فى نفس الملف .

أمثلة محلولة

١ - ملف لولبى حثه الذاتى 0.14 H وعديم المقاومة . احسب مفاعلته الحثية لتيار متردد تردده 50 Hz وكم تكون النهاية العظمى لشدة التيار المتردد إذا كانت القوة الدافعة الكهربية 220 V .

الحل

$$X_L = 2\pi fL = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.14 = 44\Omega$$

$$I_{eff} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{200}{44} = 5A$$

$$I_{max} = \frac{I_{eff}}{0.707} = \frac{5}{0.707} = 7.07A$$

٢- ملف حث مقاومته الأومية مهملة عندما يمر به تيار متردد تردده f تكون مفاعلته الحثية 12 Ω وإذا زاد التردد بمقدار 20 Hz تصبح مفاعلته الحثية 18 Ω ، احسب تردد التيار فى الحالتين ، ثم احسب معامل الحث الذاتى للملف .



$$\because \frac{(X_L)_1}{(X_L)_2} = \frac{f_1}{f_2} \Rightarrow \Rightarrow \therefore \frac{12}{18} = \frac{f_1}{f_1 + 20}$$

$$18 f_1 = 12 f_1 + 240 \Rightarrow 6 f_1 = 240 \Rightarrow f_1 = 40Hz$$

$$\because f_2 = f_1 + 20 \Rightarrow f_2 = 40 + 20 = 60Hz$$

$$\because L = \frac{(X_L)_1}{2\pi f_1} = \frac{12 \times 7}{2 \times 22 \times 40} = 0.048H$$

****

المفاعلة الحثية للتيار المتردد في عدة ملفات متصلة معاً

◈ ☜ عند توصيل عدة ملفات حث معًا (بحيث تكون متباعدة عن بعضها) فإنه :

◈ إذا وصلت الملفات معًا على التوالى .

V
V_1 V_2 V_3
I I I

يكون

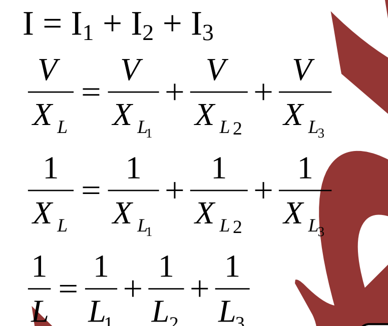
$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I X_L = I X_{L1} + I X_{L2} + I X_{L3}$$

$$X_L = X_{L1} + X_{L2} + X_{L3}$$

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

◈ إذا وصلت الملفات معًا على التوازى .



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{X_L} = \frac{V}{X_{L_1}} + \frac{V}{X_{L2}} + \frac{V}{X_{L_3}}$$

$$\frac{1}{X_L} = \frac{1}{X_{L_1}} + \frac{1}{X_{L2}} + \frac{1}{X_{L_3}}$$

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

إذا كان معامل الحث الذاتى للملفات متساوى وعدد الملفات (n)

التوالى:

$$L = n L_1$$

$$X_L = n (X_L)_1$$

التوازى:

$$L = \frac{L_1}{n}$$

$$X_L = \frac{(X_L)_1}{n}$$

أمثلة محلولة

٤- ثلاثة ملفات حث عديمة المقاومة معامل الحث الذاتى لكل منها 0.2 H فإذا وصلت بمصدر تيار متردد تردده 50 Hz ، احسب المفاعلة الحثية الكلية إذا وصلت مع بعضها على : ❶ على التوالى . ❷ على التوازى (بفرض إهمال الحث المتبادل بينهم)



$$(X_L)_1 = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.2 = 62.86\Omega$$

(أ) عند التوصيل على التوالى :

$$X_L = n(X_L)_1 = 3 \times 62.86 = 188.6\Omega$$

(ب) عند التوصيل على التوازى :

$$X_L = \frac{(X_L)_1}{n} = \frac{62.86}{3} = 20.95\Omega$$

٢- فى الدائرة الموضحة بالشكل المقابل ، احسب شدة التيار المار فى الدائرة (بفرض إهمال الحث المتبادل بين الملفات)

$(X_L)_1 = 18\ \Omega$ ، $(X_L)_2 = 9\ \Omega$ ، $(X_L)_3 = 4\ \Omega$ ، $(X_L)_4 = 10\ \Omega$ ، $(X_L)_5 = 5\ \Omega$ ، $V = 100\ V$



الحل

$(X_L)_1$ ، $(X_L)_2$ على التوازى

$$\therefore (X_L)_{1,2} = \frac{18\times9}{18+9} = 6\Omega$$

$(X_L)_{1,2}$ ، $(X_L)_3$ على التوالى .

$$\therefore (X_L)_{1,2,3} = 6+4 = 10\Omega$$

$(X_L)_{1,2,3}$ ، $(X_L)_4$ على التوازى .

$$\therefore (X_L)_{1,2,3,4} = \frac{10}{2} = 5\Omega$$

$(X_L)_{1,2,3,4}$ ، $(X_L)_5$ على التوالى .

$$\therefore (X_L)_{كلية} = 5+5 = 10\Omega$$

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{100}{10} = 10A$$

****

ثانيا : دائرة تيار متردد تحتوى على مكثف

المكثف الكهربى

لوحان معدنيان متوازيان بينهما عازل ويخزن الطاقة الكهربية على شكل مجال كهربى .

سعة المكثف

◈ ☜ عند شحن المكثف الكهربى يكون أحد لوحيه موجب الشحنة والآخر سالب الشحنة بينهما فرق جهد (V)

سعة المكثف

النسبة بين الشحنة المتراكمة على أى من لوحى المكثف الى فرق الجهد بينهما .

◈ ☜ تتعين سعة المكثف من العلاقة :

$$C = \frac{Q}{V}$$

حيث : (Q) الشحنة المتراكمة على من لوحى المكثف . ، (V) فرق الجهد بين لوحيه

◈ ☜ تقاس سعة المكثف بوحدة الفاراد (F) ويكافئ : كولوم / فولت (C/V)

الفاراد

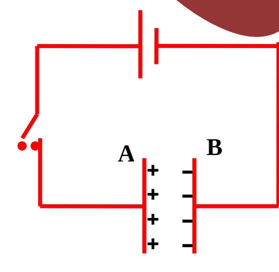
سعة المكثف إذا شحن بشحنة مقدارها 1 C يكون فرق الجهد بين لوحيه 1 V

◈ **ما معنى قولنا أن : سعة المكثف = 5 μF**

معنى ذلك أن النسبة بين الشحنة المتراكمة على أى من لوحى المكثف الى فرق الجهد بينهما = 5×10^{-6} C/V

توصيل المكثف مع مصدر التيار المستمر

◈ ☜ عند توصيل مكثف ببطارية حيث يتصل اللوح (A) بالقطب الموجب واللوح (B) بالقطب السالب فإن :



- الشحنة السالبة تنتقل من القطب السالب للبطارية الى اللوح (B) ويقل جهده .
- شحنة اللوح (B) السالبة تؤثر على اللوح (A) فتطرد الشحنة السالبة الى القطب الموجب للبطارية ويرتفع جهد اللوح (A) حيث تظهر عليه شحنة موجبة .
- ينشأ فرق فى الجهد بين اللوحين يزداد بمرور الزمن .
- يزداد فرق الجهد بين اللوحين حتى يتساوى مع فرق الجهد بين قطبى البطارية فيتوقف انتقال الشحنات وبذلك يكون قد تم شحن المكثف .

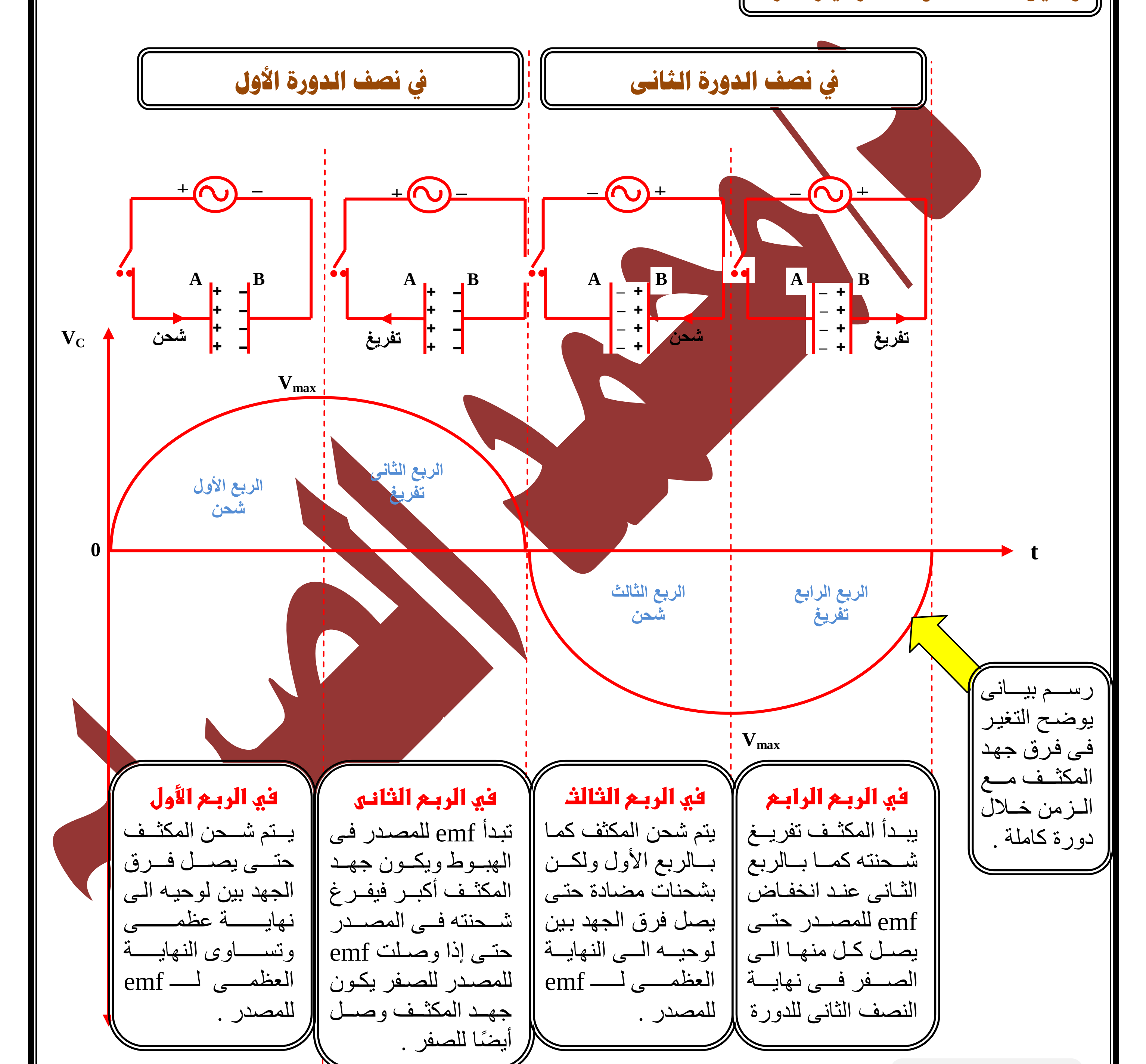
◈ **مما سبق يتضح أن :** التيار المار فى الدائرة الموضحة هو تيار لحظي يتوقف عند تمام شحن المكثف .

علل

◄ **عند توصيل مكثف بمصدر كهربى مستمر فإن التيار يمر لفترة قصيرة ثم ينعدم.**

جـ: لأنه عند توصيل المكثف بمصدر كهربى مستمر يمر التيار فتتراكم شحنات كهربية متضادة على لوحى المكثف وينشأ بينهما فرق جهد اتجاهه عكس فرق جهد المصدر ويزداد هذا الجهد بمرور الزمن ويقل التيار حتى ينعدم عندما يتساوى فرق الجهد بين لوحى المكثف مع فرق جهد المصدر .

توصيل المكثف مع مصدر تيار متردد



في الربع الأول
يتم شحن المكثف حتى يصل فرق الجهد بين لوحيه الى نهاية عظمى وتساوى النهاية العظمى لـ emf للمصدر .

في الربع الثانى
تبدأ emf للمصدر فى الهبوط ويكون جهد المكثف أكبر فيفرغ شحنته فى المصدر حتى إذا وصلت emf للمصدر للصفر يكون جهد المكثف وصل أيضًا للصفر .

في الربع الثالث
يتم شحن المكثف كما بالربع الأول ولكن بشحنات مضادة حتى يصل فرق الجهد بين لوحيه الى النهاية العظمى لـ emf للمصدر .

في الربع الرابع
يبدأ المكثف تفريغ شحنته كما بالربع الثانى عند انخفاض emf للمصدر حتى يصل كل منها الى الصفر فى نهاية النصف الثانى للدورة

ملاحظات هامة

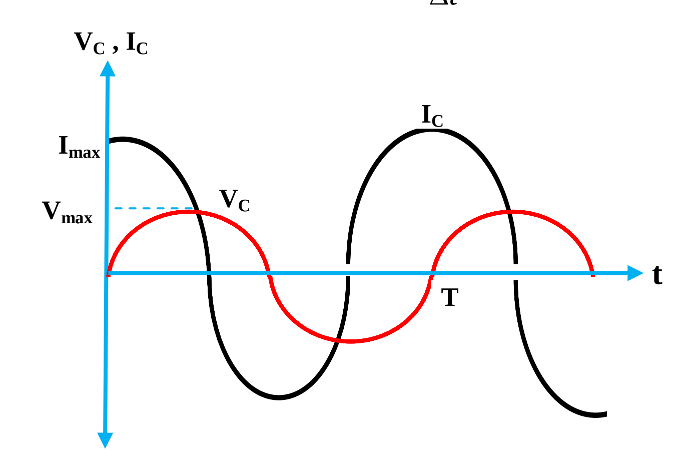
❶ المكثف يسمح بمرور التيار المتردد .

❷ يتبادل المكثف والمصدر والادوار كل ربع دورة ولكن ينعكس اتجاه التيار المتردد فى دائرة مصدر متردد ومكثف كل نصف دورة و لا يؤثر هذا التبادل على تردد التيار ويظل التردد ثابت .

الفرق في الطور بين التيار وفرق الجهد

◈ **حيث أن :** $Q = CV$ ، $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ **أى أن :** $I = C\frac{\Delta V}{\Delta t}$

◈ يتغير فرق الجهد مع زاوية الطور على صورة منحنى جيبى كما بالشكل . ويمثل ($\frac{\Delta V}{\Delta t}$) ميل المماس للمنحنى **حيث** :

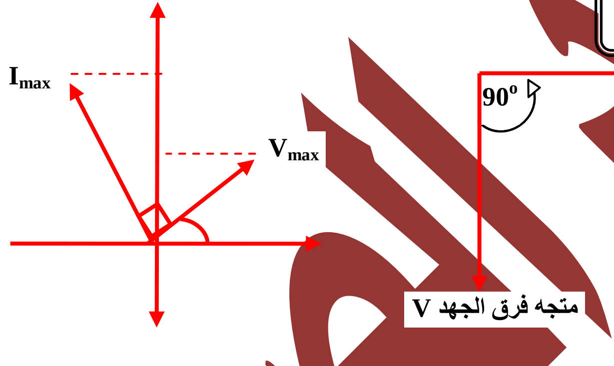


❶ عندما تكون زاوية الطور مساوية للصفر فإن فرق الجهد يساوى صفر وبالتالى يكون $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ نهاية عظمى أى يكون الميل نهاية عظمى وبذلك تصل قيمة شدة التيار (I) نهاية عظمى .

❷ تزداد زاوية الطور تدريجيًا بزيادة فرق الجهد فيقل الميل تدريجيًا حتى يصل الى الصفر وذلك عندما تصل قيمة فرق الجهد (V) نهاية عظمى وبذلك تصل قيمة شدة التيار (I) الى الصفر .

❸ يصبح ميل المماس مقدارًا سالبًا عندما يقل فرق الجهد وتصبح قيمة شدة التيار اللحظى مقدارًا سالبًا .

التمثيل الاتجاهى للتيار والجهد في ملف حث عديم المقاومة



مما سبق يتضح أن

التيار يتقدم على فرق الجهد فى الطور بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة أى بزاوية 90° بسبب وجود مفاعلة سعوية (ممانعة) ناتجة عن سعة المكثف .

المفاعلة السعوية

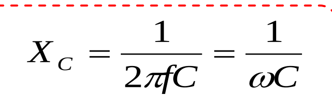
◈ تسبب سعة المكثف نوعًا من المقاومة لمرور التيار المتردد تسمى المفاعلة السعوية



المفاعلة السعوية (X_C): " الممانعة التى يلقاها التيار المتردد فى المكثف بسبب سعته " .

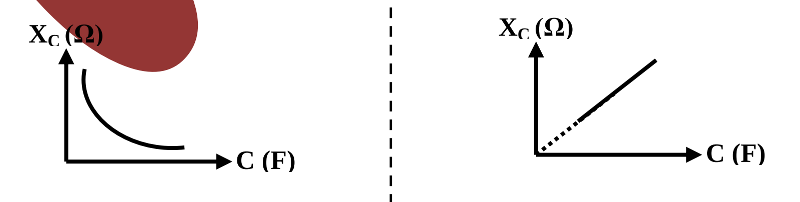
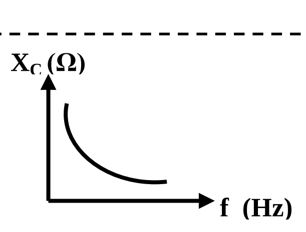
◈ تقاس المفاعلة الحثية بوحدة الأوم (Ω)

◈ تتعين المفاعلة الحثية من العلاقة :



$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{\omega C}$$

العوامل التى تتوقف عليها المفاعلة السعوية لمكثف

(١) سعة المكثف (C) " علاقة عكسية " الميل = $X_C\,C = \frac{1}{2\pi f}$	X_C (Ω) – C (F) (خط مستقيم)	X_C (Ω) – C (F) (منحنى)
(٢) تردد التيار (f) " علاقة عكسية " الميل = $X_C\,f = \frac{1}{2\pi C}$	X_C (Ω) – f (Hz) (خط مستقيم)	X_C (Ω) – f (Hz) (منحنى)

أسئلة و تعليلات هامة جداً

◈ **ما معنى قولنا أن : المفاعلة السعوية لمكثف = 10 Ω**

معنى ذلك أن الممانعة التى يلقاها التيار المتردد فى المكثف بسبب سعته تساوى 10 Ω .

م	علل	الإجابة
١	**لا تسبب المفاعلة السعوية للمكثف فقد في القدرة الكهربية .**	لأن المكثف يخزن الطاقة الكهربية على هيئة مجال كهربى .
٢	**عند مرور تيار كهربى ذو تردد عال في مكثف فإن الدائرة الكهربية تكاد تكون مغلقة .**	لأن المفاعلة السعوية للمكثف (X_C) تتناسب عكسيًا مع تردد المصدر (f) ولذلك عند الترددات العالية جدًا تصبح قيمة X_C صغيرة جدًا وتكاد تكون الدائرة مغلقة .
٣	**تقل المفاعلة السعوية لمكثف عند زيادة تردد التيار المار فيه .**	
٤	**للمكثف الواحد أكثر من مفاعلة سعوية .**	لأن المفاعلة السعوية تتناسب عكسيًا مع تردد التيار المار فى المكثف فيكون للمفاعلة قيم متعددة حسب تردد كل مصدر .
٥	**المكثف لا يسمح بمرور التيار المستمر .**	لوجود عازل بين لوحيه ولما كان تردد التيار المستمر = صفر فتكون المفاعلة السعوية للمكثف ما لا نهائية .
٦	**المفاعلة الحثية لملف للتيار المستمر تساوى صفر بينما المفاعلة السعوية للتيار المستمر تساوى ما لا نهاية .**	لأن التيار المستمر ثابت الاتجاه والشدة فيكون تردده مساويًا للصفر (f = 0) $\therefore X_L = 2\pi f L = 0 \quad , X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \infty$

◈ تتعين شدة التيار المتردد فى دائرة تحتوى على مكثف من العلاقة :

$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{\text{فرق الجهد بين طرفى المكثف}}{\text{المفاعلة السعوية للمكثف}}$$

◈ للمقارنة بين المفاعلة السعوية لمكثفين :

$$\frac{X_{C_1}}{X_{C_2}} = \frac{f_2 C_2}{f_1 C_1}$$

العلاقة بين القيمة العظمى لشدة التيار المار في مكثف والتردد

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_C} = \frac{NBA\omega}{\frac{1}{2\pi f C}} = (NBA2\pi f)(2\pi f C) = 4\pi^2 NBACf^2$$

$$I_{max} = const \times f^2$$

أى أن : شدة التيار العظمى المار فى مكثف تتناسب طرديًا مع مربع التردد .

أمثلة محلولة

١- 📄 **مكثف سعته $\frac{7000}{11}\ \mu F$ متصل بمصدر تيار متردد 20 V وتردده 50 Hz ، احسب :**

❶ المفاعلة السعوية للمكثف . **❷ شدة التيار المار بالدائرة .**

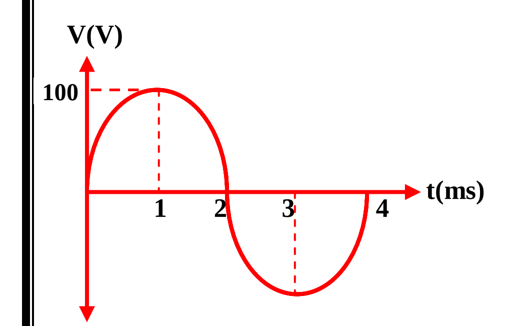


$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow X_C = \frac{7\times 11\times 10^6}{2\times 22\times 50\times 7000} = 5\Omega$$

$$I = \frac{V}{X_C} = \frac{20}{5} = 4A$$

****

٢- فى الرسم البيانى المقابل :
تتغير القوة الدافعة لملف دينامو مع الزمن فإذا وصل هذا الدينامو مع مكثف سعته 2 μF ، احسب القيمة الفعالة لشدة التيار المار فى المصدر .





$$\because T = 4\times 10^{-3} S \Rightarrow \therefore f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4\times 10^{-3}} = 250Hz$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{7\times 10^6}{2\times 22\times 250\times 2} = \frac{3500}{11}\Omega$$

$$I_{max} = \frac{V}{X_C} = \frac{100\times 11}{3500} = 0.314A$$

$$I_{eff} = 0.707\times I_{max} = 0.707\times 0.314 = 0.222A$$

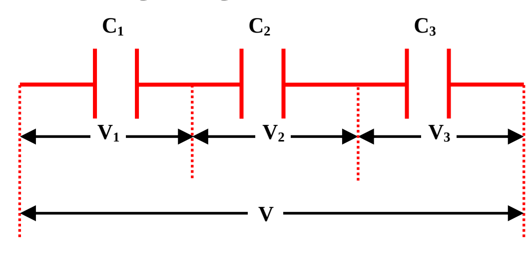
****



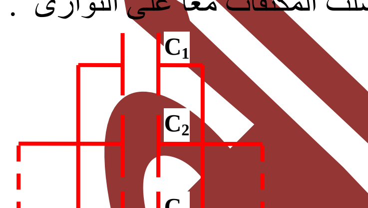
المفاعلة الحثية للتيار المتردد في عدة ملفات متصلة معاً

◈ عند توصيل عدة مكثفات معًا فإنه :

◈ إذا وصلت المكثفات معًا على التوالى .



◈ إذا وصلت المكثفات معًا على التوازى .



يكون

$V = V_1 + V_2 + V_3$

$I X_C = I X_{C1} + I X_{C2} + I X_{C3}$

$X_C = X_{C1} + X_{C2} + X_{C3}$

$$\frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi fC_1} + \frac{1}{2\pi fC_2} + \frac{1}{2\pi fC_3}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$I = I_1 + I_2 + I_3$

$$\frac{V}{X_C} = \frac{V}{X_{C_1}} + \frac{V}{X_{C_2}} + \frac{V}{X_{C_3}}$$

$$\frac{1}{X_C} = \frac{1}{X_{C_1}} + \frac{1}{X_{C_2}} + \frac{1}{X_{C_3}}$$

$2\pi f C = 2\pi f C_1 + 2\pi f C_2 + 2\pi f C_3$

$C = C_1 + C_2 + C_3$

إذا كانت المكثفات متساوية السعة وعددها (n)

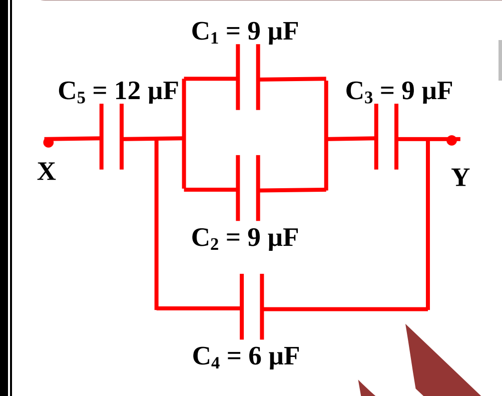
$$C = \frac{C_1}{n}$$

$C = n C_1$

م	علل	الإجابة
١	**عند توصيل مجموعة من ملفات الحث على التوازى فإن المفاعلة الحثية المكافئة لهم تكون أقل من المفاعلة الحثية لأى منهم**	لأن مقلوب المفاعلة الحثية الكلية للملفات يساوى مجموع مقلوب المفاعلات الحثية لكل الملفات $\frac{1}{X_L} = \frac{1}{(X_L)_1} + \frac{1}{(X_L)_2} + \frac{1}{(X_L)_3}$
٢	**عند توصيل مجموعة من المكثفات على التوازى فإن المفاعلة السعوية للمجموعة تكون أقل من المفاعلة السعوية لكل مكثف منفردًا**	لأن السعة المكافئة (C) لمجموعة من المكثفات متصلة معًا على التوازى تكون أكبر من سعة كل مكثف منفردًا حيث أن $C = C_1 + C_2 + C_3$ كما أن المفاعلة السعوية (X_C) تتناسب عكسيًا مع سعة المكثف (C)

أمثلة محلولة

١ ـ احسب السعة الكلية لمجموعة المكثفات بين النقطتين X , Y



الحل

C_1 , C_2 على التوازى . $C_{1,2} = 9 + 9 = 18\ \mu F$

$C_{1,2}$, C_3 على التوالى . $C_{1,2,3} = \frac{18 \times 9}{18 + 9} = 6\mu F$

$C_{1,2,3}$, C_4 على التوازى $C_{1,2,3,4} = 6 + 6 = 12\ \mu F$

$C_{1,2,3,4}$, C_5 على التوالى $C_{كلية} = \frac{12}{2} = 6\mu F$

****

٢ ـ لديك مقاومة أومية وملف حث مهمل المقاومة ومكثف وصل كل منها على حدة بدينامو تيار متردد يدور ملفه بتردد f فإذا زاد تردده الى الضعف احسب النسبة بين النهاية العظمى للتيار فى الحالتين . وماذا تستنتج ؟

الحل

مع مقاومة R	مع ملف حث	مع مكثف
$V_{max} = NBA\omega = NBA\ 2\pi f \Rightarrow V_{max}\ \alpha\ f$		
$I_1 = \frac{V}{R}$ $I_2 = \frac{2V}{R}$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{V}{R} \times \frac{R}{2V} = \frac{1}{2}$	$I_1 = \frac{V}{X_L}$ $I_2 = \frac{2V}{2X_L}$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{V}{X_L} \times \frac{2V}{2X_L} = \frac{1}{1}$	$I_1 = \frac{V}{Xc}$ $I_2 = \frac{2V}{\frac{1}{2}X_C} = \frac{4V}{X_C}$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{V}{X_C} \times \frac{4V}{X_C} = \frac{1}{4}$
$I_{max}\ \alpha\ f$	I_{max} ثابتة ولا تتأثر بتغير تردد التيار f	$I_{max}\ \alpha\ f^2$

****

الفصل الرابع — الدرس الأول

دوائر التيار المتردد

س ١ : أكتب المصطلح العلمي الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) * التيار الذى تتغير شدته دوريًا من الصفر الى نهاية عظمى ثم يعود الى الصفر فى نصف دورة ثم ينعكس اتجاهه وتزداد شدته الى نهاية عظمى ثم يعود الى الصفر فى نصف الدورة الثانى .
* تيار تتغير شدته واتجاهه دوريًا بمرور الزمن .

(٢) عدد الذبذبات (الدورات الكاملة) التى يصنعها التيار المتردد فى الثانية الواحدة .

(٣) الزمن الذى يستغرقه التيار المتردد لعمل ذبذبة كاملة .

(٤) * جهاز يستخدم لقياس شدة التيار المتردد أو المستمر على أساس التمدد الذى تحدثه الحرارة التى يولدها التيار فى سلك الأيريديوم البلاتينى .
* جهاز يستخدم لقياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد .

(٥) الممانعة التى يلقاها التيار المتردد فى الملف بسبب حثه الذاتى .

(٦) لوحان معدنيان متوازيان بينهما عازل ويقوم بتخزين الطاقة الكهربية على شكل مجال كهربى .

(٧) النسبة بين الشحنة المتراكمة على أى من لوحى المكثف الى فرق الجهد بينهما .

(٨) الممانعة التى يلقاها التيار المتردد فى المكثف بسبب سعته .

****

س ٢ : اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) من خواص التيار المتردد .... (ينعكس اتجاهه كل نصف دورة – يمكن تمثيل تغير التيار به مع الزمن بخط مستقيم – يصل فرق الجهد فيه الى القيمة العظمى مرة واحدة كل دورة – لا يمكن رفع أو خفض شدته)

(٢) تردد التيار المستخدم في مصر هو .... (70 Hz – 50 Hz – 100 Hz – 60 Hz)

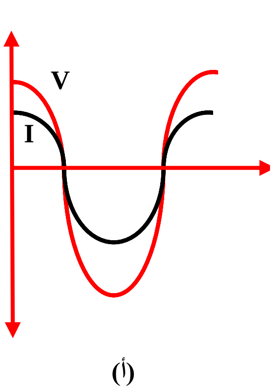
(٣) من العمليات التى لا يصلح فيها استخدام التيار المتردد .... (إنارة المصابيح – التحليل الكهربى – تشغيل المكثف – جميع ما سبق)

(٤) الفكرة العلمية التى يُبنى عليها عمل الأميتر الحرارى هى .... (الأثر المغناطيسى للتيار الكهربى – عزم الازدواج – الحث الكهرومغناطيسى – الأثر الحرارى للتيار الكهربى)

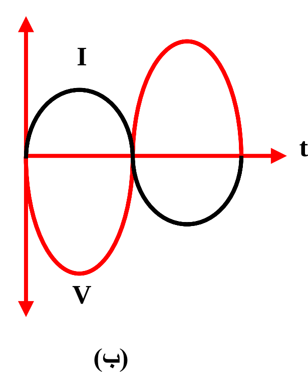
مقاومة أومية عديمة الحث
$R = 5\,\Omega$

(٥) فى الدائرة المقابلة يكون فرق الجهد .... (متفق فى الطور مع شدة التيار – متقدم على شدة التيار بزاوية 90^o – متأخر فى الطور عن شدة التيار $\frac{3}{4}$ دورة – يساوى شدة التيار عدديًا)

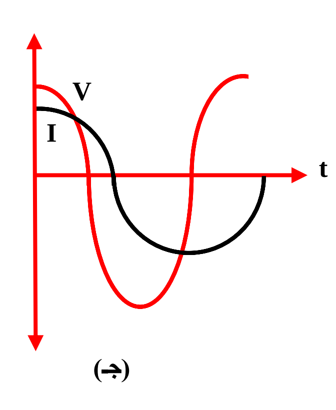
(٦) أى العلاقات البيانية التالية تعبر عن تغير كل من شدة التيار (I) وفرق الجهد الكلى (V) مع الزمن فى دائرة كهربية تحتوى على مقاومة أومية عديمة الحث ومصدر للتيار المتردد ؟



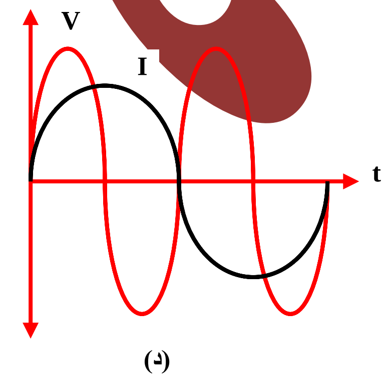
(أ)



(ب)



(جـ)

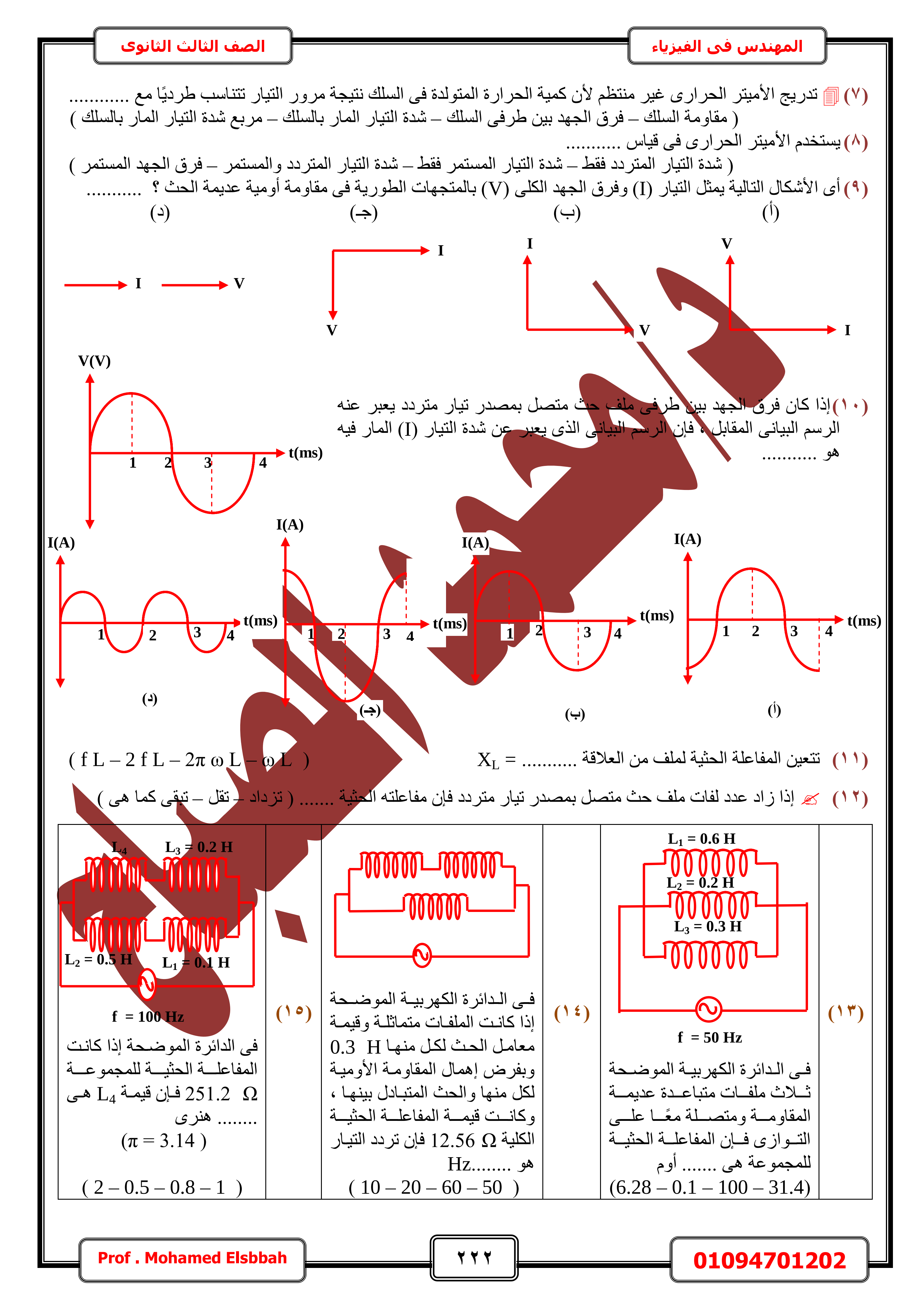


(د)

(٧) تدريج الأميتر الحرارى غير منتظم لأن كمية الحرارة المتولدة فى السلك نتيجة مرور التيار تتناسب طرديًا مع ....
(مقاومة السلك – فرق الجهد بين طرفى السلك – شدة التيار المار بالسلك – مربع شدة التيار المار بالسلك)

(٨) يستخدم الأميتر الحرارى فى قياس ....
(شدة التيار المتردد فقط – شدة التيار المستمر فقط – شدة التيار المتردد والمستمر – فرق الجهد المستمر)

(٩) أى الأشكال التالية يمثل التيار (I) وفرق الجهد الكلى (V) بالمتجهات الطورية فى مقاومة أومية عديمة الحث ؟ ....

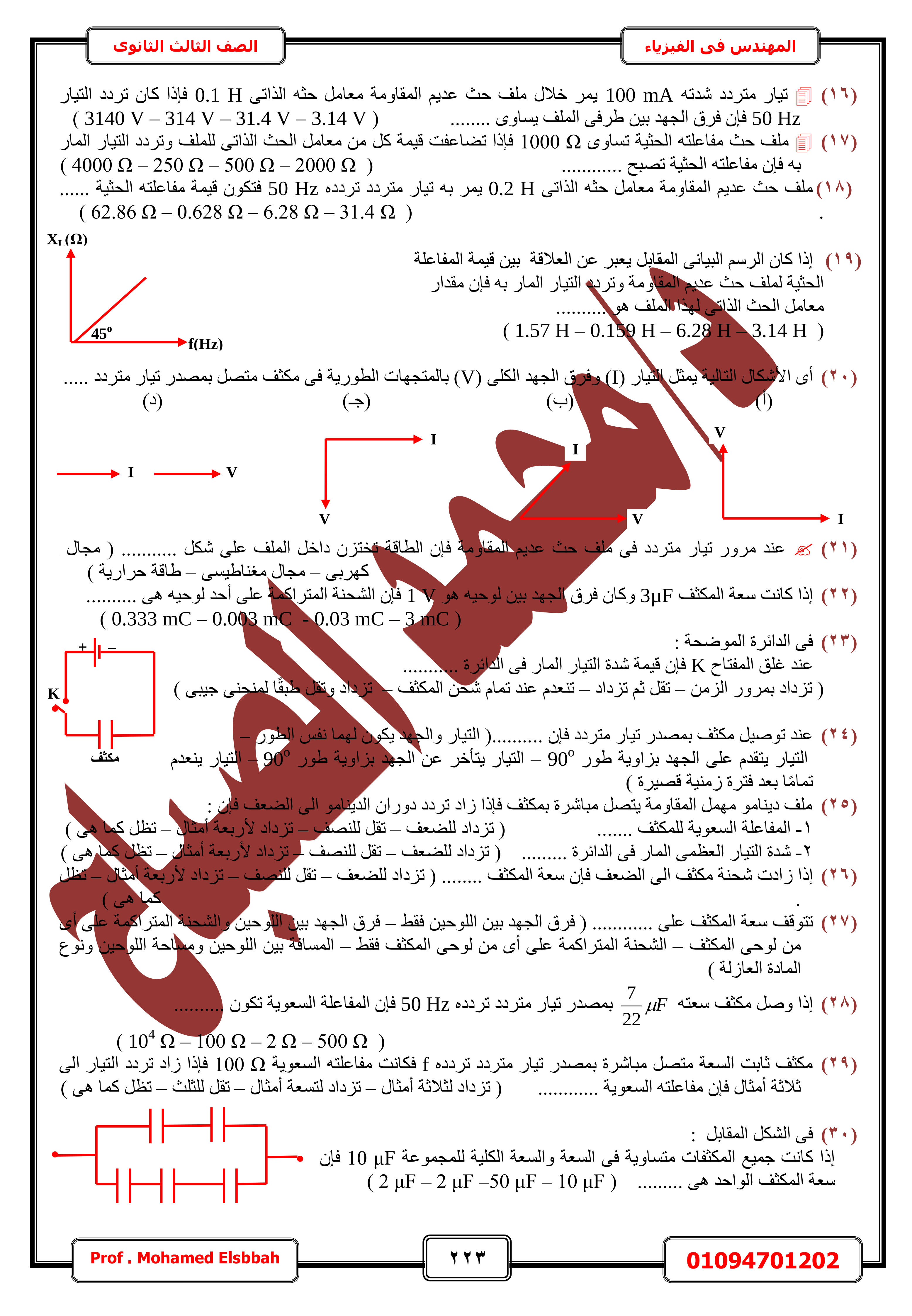


(١٠) إذا كان فرق الجهد بين طرفى ملف حث متصل بمصدر تيار متردد يعبر عنه الرسم البيانى المقابل ، فإن الرسم البيانى الذى يعبر عن شدة التيار (I) المار فيه هو ....

(١١) تتعين المفاعلة الحثية لملف من العلاقة $X_L =$ .... ($f L$ – $2 f L$ – $2\pi \omega L$ – ωL)

(١٢) إذا زاد عدد لفات ملف حث متصل بمصدر تيار متردد فإن مفاعلته الحثية .... (تزداد – تقل – تبقى كما هى)

(١٣)	فى الدائرة الكهربية الموضحة ثلاث ملفات متباعدة عديمة المقاومة ومتصلة معًا على التوازى فإن المفاعلة الحثية للمجموعة هى .... أوم (6.28 – 0.1 – 100 – 31.4)	(١٤)	فى الدائرة الكهربية الموضحة إذا كانت الملفات متماثلة وقيمة معامل الحث لكل منها 0.3 H وبفرض إهمال المقاومة الأومية لكل منها والحث المتبادل بينها ، وكانت قيمة المفاعلة الحثية الكلية 12.56 Ω فإن تردد التيار هو ....Hz (10 – 20 – 60 – 50)	(١٥)	فى الدائرة الموضحة إذا كانت المفاعلة الحثية للمجموعة 251.2 Ω فإن قيمة L_4 هى .... هنرى ($\pi = 3.14$) (2 – 0.5 – 0.8 – 1)



(١٦) تيار متردد شدته 100 mA يمر خلال ملف حث عديم المقاومة معامل حثه الذاتى 0.1 H فإذا كان تردد التيار 50 Hz فإن فرق الجهد بين طرفى الملف يساوى .... (3140 V – 314 V – 31.4 V – 3.14 V)

(١٧) ملف حث مفاعلته الحثية تساوى 1000 Ω فإذا تضاعفت قيمة كل من معامل الحث الذاتى للملف وتردد التيار المار به فإن مفاعلته الحثية تصبح .... (4000 Ω – 250 Ω – 500 Ω – 2000 Ω)

(١٨) ملف حث عديم المقاومة معامل حثه الذاتى 0.2 H يمر به تيار متردد تردده 50 Hz فتكون قيمة مفاعلته الحثية ...... (62.86 Ω – 0.628 Ω – 6.28 Ω – 31.4 Ω)

(١٩) إذا كان الرسم البيانى المقابل يعبر عن العلاقة بين قيمة المفاعلة الحثية لملف حث عديم المقاومة وتردد التيار المار به فإن مقدار معامل الحث الذاتى لهذا الملف هو .... (1.57 H – 0.159 H – 6.28 H – 3.14 H)

(٢٠) أى الأشكال التالية يمثل التيار (I) وفرق الجهد الكلى (V) بالمتجهات الطورية فى مكثف متصل بمصدر تيار متردد .....

(أ) (ب) (جـ) (د)

(٢١) عند مرور تيار متردد فى ملف حث عديم المقاومة فإن الطاقة تختزن داخل الملف على شكل .... (مجال كهربى – مجال مغناطيسى – طاقة حرارية)

(٢٢) إذا كانت سعة المكثف 3μF وكان فرق الجهد بين لوحيه هو 1 V فإن الشحنة المتراكمة على أحد لوحيه هى .... (0.333 mC – 0.003 mC - 0.03 mC – 3 mC)

(٢٣) فى الدائرة الموضحة :
عند غلق المفتاح K فإن قيمة شدة التيار المار فى الدائرة .... (تزداد بمرور الزمن – تقل ثم تزداد – تنعدم عند تمام شحن المكثف – تزداد وتقل طبقًا لمنحنى جيبى)

(٢٤) عند توصيل مكثف بمصدر تيار متردد فإن ....(التيار والجهد يكون لهما نفس الطور – التيار يتقدم على الجهد بزاوية طور 90° – التيار يتأخر عن الجهد بزاوية طور 90° – التيار ينعدم تمامًا بعد فترة زمنية قصيرة)

(٢٥) ملف دينامو مهمل المقاومة يتصل مباشرة بمكثف فإذا زاد تردد دوران الدينامو الى الضعف فإن :
١- المفاعلة السعوية للمكثف .... (تزداد للضعف – تقل للنصف – تزداد لأربعة أمثال – تظل كما هى)
٢- شدة التيار العظمى المار فى الدائرة .... (تزداد للضعف – تقل للنصف – تزداد لأربعة أمثال – تظل كما هى)

(٢٦) إذا زادت شحنة مكثف الى الضعف فإن سعة المكثف .... (تزداد للضعف – تقل للنصف – تزداد لأربعة أمثال – تظل كما هى)

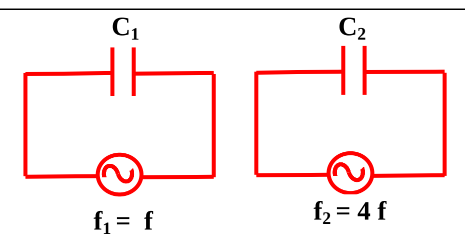
(٢٧) تتوقف سعة المكثف على .... (فرق الجهد بين اللوحين فقط – فرق الجهد بين اللوحين والشحنة المتراكمة على أى من لوحى المكثف – الشحنة المتراكمة على أى من لوحى المكثف فقط – المسافة بين اللوحين ومساحة اللوحين ونوع المادة العازلة)

(٢٨) إذا وصل مكثف سعته $\frac{7}{22}\mu F$ بمصدر تيار متردد تردده 50 Hz فإن المفاعلة السعوية تكون .... (10^4 Ω – 100 Ω – 2 Ω – 500 Ω)

(٢٩) مكثف ثابت السعة متصل مباشرة بمصدر تيار متردد تردده f فكانت مفاعلته السعوية 100 Ω فإذا زاد تردد التيار الى ثلاثة أمثال فإن مفاعلته السعوية .... (تزداد لثلاثة أمثال – تزداد لتسعة أمثال – تقل للثلث – تظل كما هى)

(٣٠) فى الشكل المقابل :
إذا كانت جميع المكثفات متساوية فى السعة والسعة الكلية للمجموعة 10 μF فإن سعة المكثف الواحد هى .... (2 μF – 2 μF –50 μF – 10 μF)

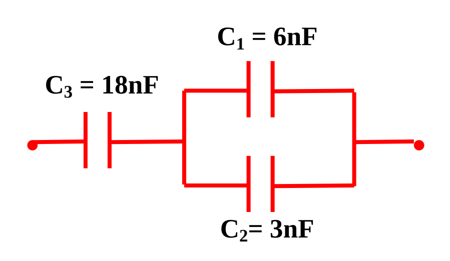
(٣١)



الشكل يوضح دائرتين يحتوى كل منهما على مصدر تيار متردد ومكثف فإذا كان $\frac{(X_C)_1}{(X_C)_2} = \frac{2}{3}$

فإن $\frac{C_1}{C_2} = ...(\frac{6}{1} - \frac{3}{4} - \frac{1}{12} - \frac{8}{3})$

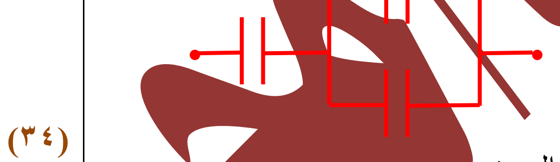
(٣٢)



فى الشكل الموضح تكون السعة الكلية لمجموعة المكثفات هى ....

(21 nF – 20 nF – 16 nF – 6 nF)

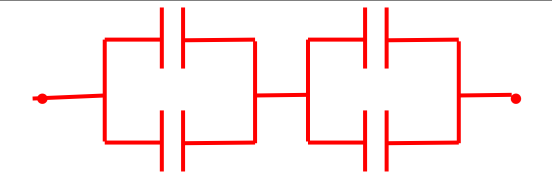
(٣٣)



فى الشكل الموضح :
إذا كانت قيمة سعة كل مكثف C تكون السعة الكلية ....

$(C - \frac{2}{3} C - 3 C - 1.5 C)$

(٣٤)



فى الشكل الموضح :
إذا كانت قيمة سعة كل مكثف 1 PF تكون السعة الكلية ....

$(2 \text{ PF} - 4 \text{ PF} - 1 \text{ PF} - \frac{1}{2} \text{ PF})$

(٣٥)

30 μF 15 μF

C

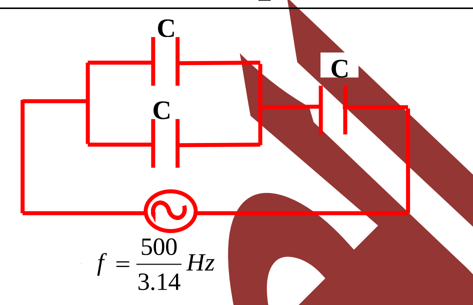
$f = \frac{100}{\pi} Hz$

V = 500 V

فى الشكل الموضح
إذا كانت قيمة التيار الفعال المار فى الدائرة هى 2A فإن قيمة سعة المكثف C تساوى ....

(10 μF – 15 μF – 20 μF – 50 μF)

(٣٦)



فى الشكل الموضح :
إذا كانت جميع المكثفات متساوية فى السعة وكانت المفاعلة السعوية الكلية 50 Ω فإن قيمة سعة كل مكثف C تساوى .... (π = 3.14)

(6 μF – 2 μF – 30 μF – 12 μF)

****

س٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) سعة مكثف = 5 μF
(٢) تردد تيار متردد = 50 Hz
(٤) المفاعلة الحثية لملف = 50 Ω
(٥) المفاعلة الحثية لمكثف = 600 Ω

****

س٤ : علل لما يأتى :

(١) يمثل التيار المتردد بيانيًا بمنحنى جيبى .
(٢) لكل من التيار المتردد والتيار المستمر تأثير حرارى عند مرورهما فى مقاومة أومية .
(٣) تستخدم خاصية الأثر الحرارى للتيار المتردد كأساس لعمل الأميتر الحرارى .
(٤) يصنع السلك المشدود بين المسمارين فى الأميتر الحرارى من سبيكة الأيريديوم البلاتينى .
(٥) يصنع المؤشر فى الأميتر الحرارى من الالومنيوم .

(٦) تُلف بكرة الأميتر الحرارى بخيط من الحرير .
(٧) يتحرك مؤشر الأميتر الحرارى ببطء حتى يثبت .
(٨) يثبت مؤشر الأميتر الحرارى بعد فترة من مرور التيار فيه .
(٩) يوصل بسلك الأيريديوم البلاتينى فى الأميتر الحرارى مقاومة R على التوازى .
(١٠) يدمج الأميتر الحرارى فى الدائرة الكهربية على التوالى .
(١١) 📄 ✍ تدريج الأميتر الحرارى غير منتظم .
(١٢) 📄 ✍ يستخدم الأميتر الحرارى فى قياس شدة التيار المتردد وشدة التيار المستمر .
(١٣) لا يصلح الأميتر ذو الملف المتحرك فى قياس شدة التيار المتردد .
(١٤) وجود خطأ فى دلالة الأميتر الحرارى (الخطأ الصفرى)
(١٥) يجب ضبط مؤشر الأميتر الحرارى على صفر التدريج قبل استخدام الجهاز فى حالة عدم مرور تيار كهربى فى الجهاز
(١٦) غالبًا ما يشد السلك فى الأميتر الحرارى على لوحة من مادة لها نفس معامل التمدد للسلك مع عزله عنها .
(١٧) * يكون لفرق الجهد وشدة التيار فى مقاومة عديمة الحث نفس الطور .
* فى المقاومة الأومية عديمة الحث يزداد التيار والجهد معًا حتى يصلا لنهاية عظمى ويهبطان معًا حتى يصلا للصفر .
(١٨) * 📄 عند الترددات العالية جدًا يكاد ينعدم مرور التيار المتردد فى ملف الحث .
* تصل المفاعلة الحثية لملف الحث لقيم كبيرة جدًا عند الترددات العالية .
* ✍ تعتبر دائرة التيار المتردد التى تحتوى على ملف حث عديم المقاومة عند الترددات العالية جدًا دائرة مفتوحة
(١٩) مرور التيار المتردد فى ملف حث عديم المقاومة لا ينتج عنه فقد فى القدرة الكهربية .
(٢٠) عند زيادة عدد لفات الملف تزداد المفاعلة الحثية له لمرور تيار متردد ثابت التردد .
(٢١) تزداد المفاعلة الحثية لملف عند وضع قضيب من الحديد المطاوع داخله وإمرار نفس التيار المتردد فيه .
(٢٢) عند توصيل مجموعة من ملفات الحث على التوازى فإن المفاعلة الحثية المكافئة لهم تكون أقل من المفاعلة الحثية لأى منهم .
(٢٣) عند توصيل مكثف بمصدر كهربى مستمر فإن التيار يمر لفترة قصيرة ثم ينعدم .
(٢٤) * لا تسبب المفاعلة السعوية للمكثف فقد فى القدرة الكهربية
* ✍ لا يوجد فقد فى القدرة الكهربية على صورة طاقة حرارية أثناء مرور التيار المتردد فى دائرة بها مكثف .
(٢٥) * 📄 عند مرور تيار كهربى ذو تردد عال فى مكثف فإن الدائرة الكهربية تكاد تكون مغلقة .
* تقل المفاعلة السعوية لمكثف عند زيادة تردد التيار المار فيه .
(٢٦) عند توصيل مجموعة من المكثفات على التوازى فإن المفاعلة السعوية للمجموعة تكون أقل من المفاعلة السعوية لكل مكثف منفردًا .
(٢٧) المفاعلة الحثية لملف للتيار المستمر تساوى صفر بينما المفاعلة السعوية للتيار المستمر تساوى ما لا نهاية .

****

س٥ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) التيار المتردد .
(٢) الزمن الدورى للتيار المتردد .
(٣) المكثف
(٤) 📖 📄 المفاعلة السعوية لمكثف .
(٦) تردد التيار المتردد .
(٧) 📖 📄 المفاعلة الحثية لملف .
(٨) سعة المكثف .

****

س٦ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل من :

(١) زاوية انحراف مؤشر الأميتر الحرارى .
(٢) 📖 المفاعلة الحثية لملف حث .
(٣) 📖 المفاعلة السعوية لمكثف .
(٤) سعة المكثف .
(٥) كمية الشحنة المتراكمة على أحد لوحى المكثف .

****

س٧ : ماذا يحدث فى كل مما يأتى :

(١) مرور تيار متردد فى مقاومة أومية بالنسبة لدرجة حرارتها .
(٢) * مرور تيار مستمر فى الأميتر الحرارى .

* مرور تيار متردد فى الأميتر الحرارى .
(٣) قطع التيار عن دائرة تحتوى على الأميتر الحرارى .
(٤) انقطاع خيط الحرير فى الأميتر الحرارى .
(٥) ✍ وضع ساق من الألومنيوم بداخل ملف حث يمر به تيار متردد .
(٦) ✍ ادخال قلب من الحديد المطاوع فى ملف حلزونى بالنسبة للمفاعلة الحثية للملف .
(٧) مرور تيار متردد فى ملف حث بالنسبة لزاوية الطور بين الجهد والتيار .
(٨) مرور تيار متردد ذو تردد عالى جدًا فى ملف حث بالنسبة لقيمة X_L .
(٩) توصيل مكثف بمصدر تيار مستمر .
(١٠) ✍ زيادة سعة المكثف فى دائرة تيار متردد الى ضعف قيمتها الأصلية (بالنسبة للمفاعلة السعوية)
(١١) مرور تيار متردد فى مكثف بالنسبة لزاوية الطور بين الجهد والتيار .
(١٢) مرور تيار متردد عالى التردد فى مكثف بالنسبة لقيمة X_C .

****

س٨ : اذكر وظيفة أو استخداماً واحداً لكل مما يأتى :

(١) التيار المتردد .
(٢) التيار المستمر .
(٣) الأميتر الحرارى .
(٤) سلك الأيريديوم البلاتينى فى الأميتر الحرارى .
(٥) خيط الحرير فى الأميتر الحرارى .
(٦) البكرة فى الأميتر الحرارى .
(٧) المقاومة R المتصلة على التوازى بسلك الأيريديوم البلاتينى فى الأميتر الحرارى .
(٨) الملف الزنبركى فى الأميتر الحرارى .

****

س٩ : متى :

(١) يتقدم فرق الجهد على التيار بمقدار 90^o فى دائرة تيار متردد .
(٢) يتأخر فرق الجهد على التيار بمقدار 90^o فى دائرة تيار متردد .
(٣) ✍ تكون المفاعلة الحثية لملف تساوى صفر .

****

س١٠ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) التيار المتردد والتيار المستمر .
(٢) ✍ الأميتر الحرارى والأميتر ذو الملف المتحرك .
(٣) ✍ توصيل المكثفات على التوالى وعلى التوازى من حيث المفاعلة السعوية الكلية .

****

س١١ : اسئلة متنوعة :

(١) **ما** مميزات التيار المتردد ؟

****

(٢) **بين بالرسم** مع كتابة البيانات تركيب الأميتر الحرارى ثم اشرح كيفيه عمله

****

(٣) ✍ **اذكر** : الفكرة العلمية (الأساس العلمى) للأميتر الحرارى .

****

(٤) **اثبت أن** :
أ- فرق الجهد المتردد بين طرفى مقاومة أومية عديمة الحث وشدة التيار المار فيها فى طور واحد .
ب- فرق الجهد بين طرفى ملف حث عديم المقاومة يتقدم فى الطور على التيار المار فيه بزاوية 90^o

****

(٥) **ما** عيوب الأميتر الحرارى ؟ وكيف يمكن تلافيها ؟.

****

(٦) **كيف** يتم تدريج الأميتر الحرارى ؟

****

(٧) 🕮 **كيف نحسب السعة الكلية لعدة مكثفات متصلة معًا :**

(أ) على التوالى . (ب) على التوازى .

****

(٨) **فى الدائرة الكهربية الموضحة ،**

ما الفرق فى الطور بين شدة التيار وفرق الجهد الكلى للتيار المتردد إذا كان العنصر X هو

(أ) مقاومة أومية .

(ب) مقاومة حث عديم المقاومة .

(ت) مكثف .

X

****

(٩) ✍ فى الدائرة الكهربية المقابلة ، عند غلق المفتاح

❶ يرتفع تدريجيًا جهد اللوح ....

❷ ينخفض تدريجيًا جهد اللوح ....

❸ عندما يتم شحن المكثف تصبح قراءة الأميتر ....

❹ عند استبدال البطارية بمصدر متردد فإن فرق الجهد بين لوحى المكثف يتفق فى الطور مع ....

A B

أميتر حرارى

****

(١٠) 🗐 مولد تيار متردد يمكن تغيير سرعة دوران ملفه ، وبالتالى تغير تردد التيار الكهربى المتولد منه ، بيَن كيف تتغير النهاية العظمى لفرق الجهد ($V_{max} = NBA\omega$) بين طرفيه مع زيادة التردد ، إذا أدمجت فى دائرة المولد مقاومة أومية R عديمة الحث ثم استبدلت بملف حث L وبعد ذلك استبدل الملف بمكثف C عديم المقاومة الأومية ، أوجد النهاية العظمى لشدة التيار فى كل حالة موضحًا العلاقة بينها وبين تردد التيار .

****

(١١) **اكتب الكميات الفيزيائية التى تتعين من العلاقات الآتية :**

(أ) $V_{max} \sin\omega t$ (ب) $2\pi f$ (جـ) ωL (د) $\frac{1}{X_C C}$

****

(١٢) ملف حث عديم المقاومة متصل بأميتر حرارى ومصدر تيار متردد على التوالى ماذا يحدث لقراءة الأميتر الحرارى مع ذكر السبب عند :

(أ) وضع قلب معدنى داخل الملف .

(ب)استبدل المصدر بمصدر أخر له نفس القيمة الفعالة للجهد ولكن تردده أقل .

(ت)توصيل الملف بملف آخر مماثل له على التوازى .

(ث) توصيل الملف بملف آخر مماثل له على التوالى .

A
أميتر حرارى

****

(١٣) **وضح لماذا :**

(أ) يتقدم فرق الجهد على التيار فى الطور بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة عند مرور تيار متردد فى ملف حث عديم المقاومة الأومية .

(ب)يتأخر فرق الجهد على التيار فى الطور بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة عند مرور تيار متردد فى مكثف .

****

(١٤) ✍ اذكر جهازين يستخدمان لقياس كميات كهربية ولهما تدريج غير منتظم . أذكر سبب عدم انتظام التدريج فى كل منهما ثم أذكر فرقا بين التدريجين .

****

س١٢ : مسائل :

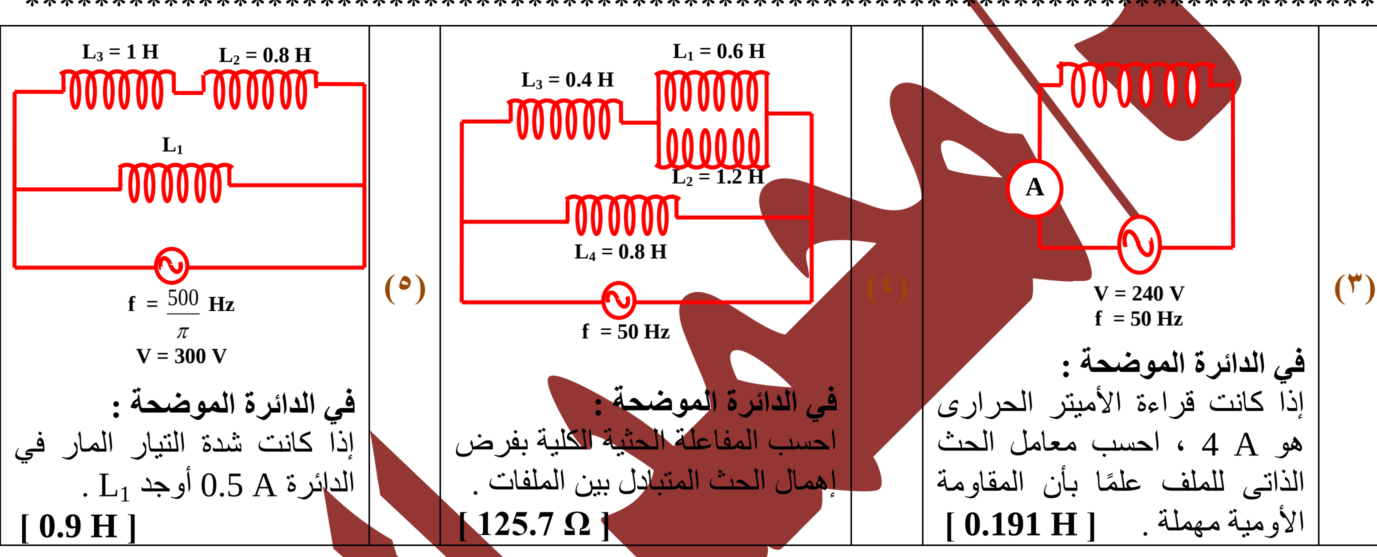
أولا : المفاعلة الحثية X_L

(١) ملف حثه الذاتى 0.7 H مهمل المقاومة وصل مع مصدر تيار متردد قوته الدافعة 120 V وتردده 50 Hz ، احسب
❶ المفاعلة الحثية للملف . ❷ شدة التيار المار فى الدائرة . **[220 Ω , 0.55 A]**

****

(٢) ملف حث معامل حثه الذاتى 2 H ومقاومته الأومية مهملة وصل بمصدر جهد متردد قيمته العظمى $100\sqrt{2}V$ وتردده 40 Hz ، احسب مفاعلته الحثية . **[502.9 Ω]**

****



(٣) في الدائرة الموضحة : إذا كانت قراءة الأميتر الحرارى هو 4 A ، احسب معامل الحث الذاتى للملف علمًا بأن المقاومة الأومية مهملة . **[0.191 H]**

(٤) في الدائرة الموضحة : احسب المفاعلة الحثية الكلية بفرض إهمال الحث المتبادل بين الملفات . **[125.7 Ω]**

(٥) في الدائرة الموضحة : إذا كانت شدة التيار المار في الدائرة 0.5 A أوجد L_1 . **[0.9 H]**

(٦) ثلاثة ملفات حث مقاومتها الأومية مهملة ومعامل الحث الذاتى لكل منها $L_1 = L$ ، $L_2 = 2\,L$ ، $L_3 = 3\,L$ وصلت معًا بشكل معين بمصدر تيار متردد تردده $\frac{500}{11}\,Hz$ فكانت قيمة المفاعلة الحثية الكلية لهم $(200\,\pi\,L\,\Omega)$ وضح بالرسم كيفية توصيلهم معًا . **[(١) المجموعة توالى مع ، توازى (3 , 2)]**

****

(٧) ملف عدد لفاته N وطوله ℓ ومساحة وجهه A وملف آخر عدد لفاته 2 N وطوله 2ℓ ومساحة مقطعه 2 A احسب النسبة بين الحث الذاتى للملفين بفرض إهمال الحث المتبادل بينهما . **[$\frac{1}{4}$]**

****

(٨) ملف حلزونى عدد لفاته 100 ومساحة كل لفة من لفاته $10\ cm^2$ وطوله 25 cm وصل بمصدر جهد متردد تردده $\frac{200}{\pi}\,Hz$ احسب المفاعلة الحثية للملف عندما يكون : (أ) داخل الملف هواء معامل نفاذيته $4\pi\times10^{-7}\,\frac{T.m}{A}$
(ب) داخل الملف حديد معامل نفاذيته $3\times10^{-3}\,\frac{T.m}{A}$ **[0.02 Ω , 48 Ω]**

****

(٩) مجموعة متماثلة من ملفات الحث أدمجت في دائرة يمر بها تيار تردده 50 Hz على التوالى فكانت المفاعلة الحثية لها هى 50 Ω وإذا وصلت نفس الملفات على التوازى فى نفس الدائرة كانت المفاعلة الحثية لها معًا 2 Ω ، احسب :
❶ عدد الملفات . ❷ المفاعلة الحثية للملف الواحد . ❸ معامل الحث الذاتى لكل منها .
(بفرض إهمال المقاومة الأومية للملفات والحث المتبادل بينها) **[5 ملفات ، 10 Ω , 31.8×10⁻³ H]**

****

ثانيا : المفاعلة السعوية X_C وتوصيل المكثفات

(١٠) مكثفان سعتهما $24\ \mu F$, $48\ \mu F$ أوجد السعة الكلية لهما :
❶ إذا وصلا على التوالي . ❷ إذا وصلا على التوازى . **[16 μF , 72 μF]**

****

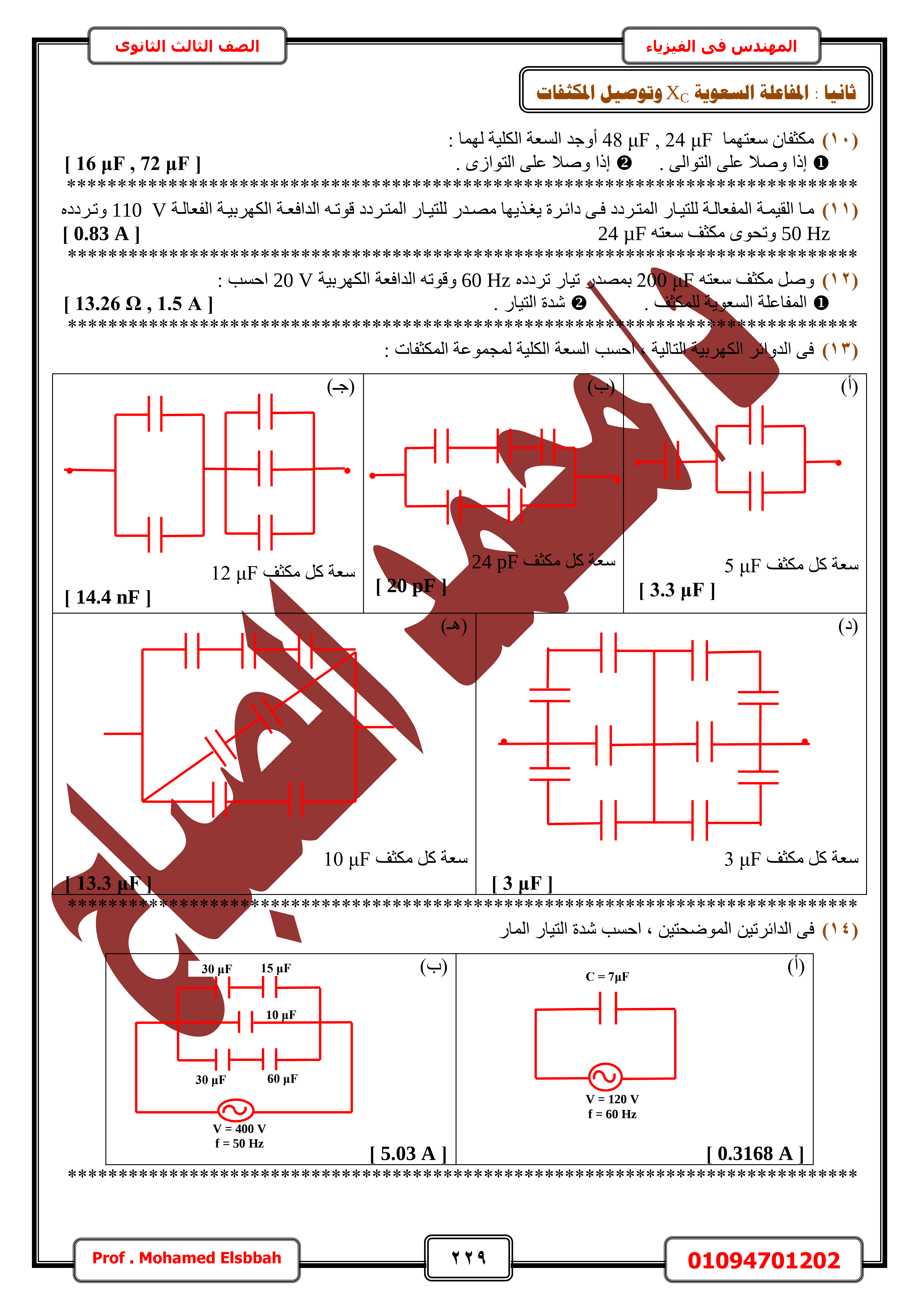
(١١) ما القيمة المفعالة للتيار المتردد فى دائرة يغذيها مصدر للتيار المتردد قوته الدافعة الكهربية الفعالة 110 V وتردده 50 Hz وتحوى مكثف سعته 24 μF **[0.83 A]**

****

(١٢) وصل مكثف سعته 200 μF بمصدر تيار تردده 60 Hz وقوته الدافعة الكهربية 20 V احسب :
❶ المفاعلة السعوية للمكثف . ❷ شدة التيار . **[13.26 Ω , 1.5 A]**

****

(١٣) فى الدوائر الكهربية التالية ، احسب السعة الكلية لمجموعة المكثفات :

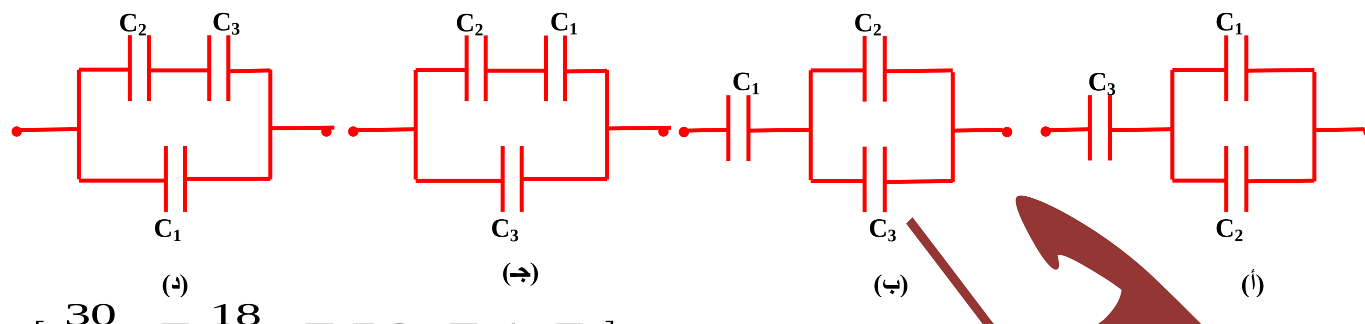


****

(١٤) فى الدائرتين الموضحتين ، احسب شدة التيار المار

****

(١٥) ثـلاث مكثفـات C_3 , C_2 , C_1 وصـلت معًـا علـى التـوالى فكانـت السـعة المكافئـة لهـم 1μF فـإذا علمـت أن $C_1 = \frac{1}{3}C_3 , C_1 = \frac{2}{3}C_2$ أوجد السعة المكافئة لهم عند توصيلهم كما بالأشكال التالية



$[\ \frac{30}{11}\mu F , \frac{18}{11}\mu F , 7.2\mu F , 4\mu F\ ]$

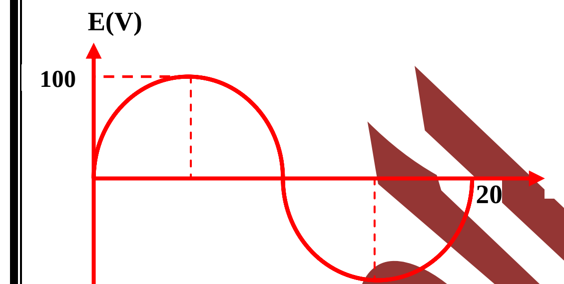
****

(١٦) 📖 ثلاثة مكثفات السعة الكهربية لكل منها 14 μF وصلت على التوازى معًا ومع مصدر تردده 50 Hz احسب المفاعلة السعوية الكلية .
[75.76 Ω]

****

(١٧) مكثفان سعتهما 40 μF , 70 μF وصـلا علـى التـوالى بمصـدر كهربـى قوتـه الدافعة 100 V وتـردده 50 Hz ومقاومتـه الداخلية مهملة ، اوجد شدة التيار المار فى كل من المكثفين .
[0.8 A]

****



(١٨) ✍ يمثل الرسم البيـانى المقابل التغير فـى القـوة الدافعة الكهربيـة المتولـدة فـى ملـف دينـامو تيـار متـردد يـدور بسـرعة زاويـة (ω) خلال 20 مللى ثانية ومتصل بمكثف سعته (C) احسب

❶ تردد التيار المتردد المار فى الدائرة

❷ ارسـم شـكلًا بيانيًـا يمثـل التغيـر فـى القـوة الدافعـة الكهربيـة المتولدة خلال 20 ms عندما يدور الملف بسرعة زاوية (2 ω)

❸ أوجد النسبة بين تيار الدائرة قبل وبعد زيـادة السـرعة الزاويـة لملف الدينامو .

$[\ 50\ Hz , \frac{1}{4}\ ]$

****

(١٩) الجدول التالى يوضح العلاقة بين تردد التيار (f) الموصل بمكثف والمفاعلة السعوية لهذا المكثف (X_C) :

X_C (Ω)	1000	500	250	200	125
f (Hz)	10	20	40	50	80

❶ ارسم العلاقة البيانية بين التردد $\frac{1}{f}$ على المحور الأفقي ، (X_C) على المحور الرأسي .

❷ من الرسم البيانى أوجد قيمة سعة المكثف .
[1.59×10^{-5} F]

****

الدرس الثانى

تابع دوائر التيار المتردد

المعاوقة

◈ ☜ الدوائر الكهربية التى تحتوى على ملفات حث ومقاومات ومكثفات ومصدر للتيار المتردد توجد بها مفاعلة للتيار المتردد (مفاعلة حثية أو مفاعلة سعوية) بالإضافة الى المقاومات الأومية ومقاومة الأسلاك .

◈ ☜ يطلق على المفاعلة والمقاومة معًا أسم المعاوقة ويرمز لها بالرمز (Z) وتقاس بوحدة الأوم .

المعاوقة (Z)
" مكافئ المقاومة و المفاعلة الحثية والمفاعلة السعوية في دائرة تيار متردد "

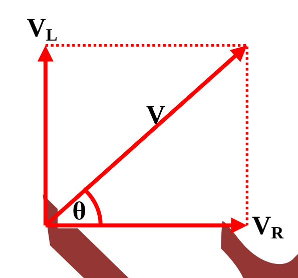
رابعا : دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية وملف حث على التوالى (RL Circuit)

◈ ☜ من المستحيل عمليًا وجود ملف حث عديم المقاومة لأن أى ملف يمتلك قدرًا من المقاومة .

◈ ☜ عند وجود دائرة كهربية تحتوى على ملف حث ومقاومة أومية ومصدر تيار متردد موصلة على التوالى كما بالشكل التالى :

نلاحظ

- تقدم فرق الجهد (V_L) على التيار (I) بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة (زاوية طور 90^o) فى ملف الحث
- اتفاق فرق الجهد (V_R) والتيار (I) فى الطور فى المقاومة الأومية .
- تساوى التيار فى المقاومة مع التيار فى ملف الحث فى القيمة واتفاقهما فى الطور لأنهم متصلين معًا على التوالى .



أى أن

فرق الجهد عبر الملف (V_L) يتقدم على فرق الجهد عبر المقاومة (V_R) بزاوية طور 90^o وبذلك يكون فرق الجهد الكلى (V) غير متفق فى الطور مع شدة التيار (I)

◈ يتعين فرق الجهد الكلى (V) باستخدام المتجهات من العلاقة :

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L)^2}$$

حيث أن :

$$V = IZ \quad , \quad V_R = IR \quad , \quad V_L = IX_L$$

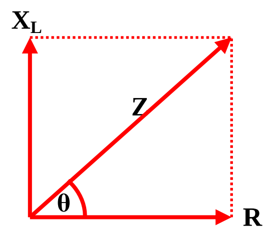
$$\therefore IZ = \sqrt{I^2R^2 + I^2X_L{}^2} = I\sqrt{R^2 + X_L{}^2}$$

بالقسمة على I

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_L{}^2}$$

◈ من الشكل الموضح يمكن تعيين زاوية الطور (θ) بين فرق الجهد الكلى (V) وفرق الجهد عبر المقاومة (V_R) من العلاقة :

$$\tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{IX_L}{IR} = \frac{X_L}{R}$$



م	علل	الإجابة
١	**مـن المسـتحيل عمليًا إنتـاج ملـف حـث عـديم المقاومة .**	لأن أى ملف يمتلك قدر و لو ضئيل من المقاومة الداخلية الناتجة عن مقاومة الأسلاك المستخدمة في صناعة الملف
٢	**إذا وصل ملف حث له مقاومة أومية بمصدر متردد للتيـار فـإن فـرق الجهد الكلى يتقدم على شدة التيار بزاوية θ حيث** ($90^o > \theta > 0^o$)	لأن فرق الجهد والتيار يتفقان في الطور عبر المقاومة الأومية ، بينما في الملف يتقدم فرق الجهد على التيار بزاوية 90^o بسبب حثه الذاتي وبالتالي يتقدم فرق الجهد الكلى على التيار بزاوية θ تحسب من العلاقة $\tan\theta = \frac{V_L}{V_R}$

أمثلة محلولة

١ـ مصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة 80 V وتردده 50 Hz موصل على التوالى مع ملف حثه الذاتى $\frac{21}{220}H$ ومقاومة 40 Ω احسب ❶ المعاوقة . ❷ فرق الجهد بين كل من المقاومة والملف ، وهل يمكن جمع الجهود جبريًا ؟ .



$$X_L = 2\pi f L = 2\times\frac{22}{7}\times 50\times\frac{21}{220} = 30\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(40)^2 + (30)^2} = 50\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{80}{50} = 1.6A$$

$$V_R = IR = 1.6\times 40 = 64V$$

$$V_L = IX_L = 1.6\times 30 = 48V$$

المجموع الجبرى لفروق الجهد ($V' = 64 + 48 = 112$ V) وهو أكبر من القوة الدافعة للمصدر ، لذا يتم جمع فروق الجهد باستخدام المتجهات كما يلى : $V' = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L)^2} = \sqrt{(64)^2 + (48)^2} = 80V$ وهى مساوية للقوة الدافعة الكهربية للمصدر **ولذلك لا تجمع الجهود جبريًا .**

****

٢ـ وصل ملف حثه الذاتى 0.28 H على التوالى مع مقاومة 200 Ω ومصدر تيار متردد تردده 100 Hz وفرق جهده الفعال 120 V ، احسب : (أ) معاوقة الدائرة . (ب) شدة التيار المار بالدائرة . (ج) فرق الجهد بين طرفى الملف . (د) زاوية الطور بين التيار والجهد الكلى



(أ)

$$X_L = 2\pi f L = 2\times\frac{22}{7}\times 100\times 0.28 = 176\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(200)^2 + (176)^2} = 266.41\Omega$$

(ب)

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120}{266.41} = 0.45A$$

(ج)

$$V_L = IX_L = 0.45\times 176 = 79.2V$$

(د)

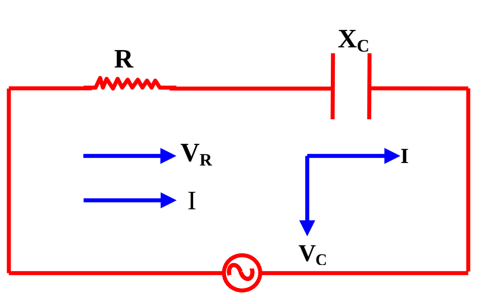
$$\tan\theta = \frac{X_L}{R} = \frac{176}{200} = 0.88$$

$$\therefore \theta = 41.34^o$$

****

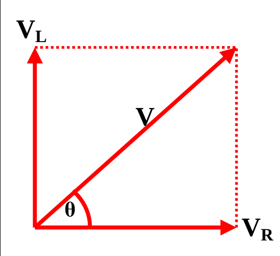
خامسا : دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة ومكثف على التوالى (RC Circuit)

◈ ☜ عند وجود دائرة كهربية تحتوى على مكثف ومقاومة أومية ومصدر تيار متردد موصلة على التوالى كما بالشكل التالى :



نلاحظ

- يتأخر فرق الجهد (V_C) عن التيار (I) بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة (زاوية طور 90^o) فى المكثف .
- اتفاق فرق الجهد (V_R) والتيار (I) فى الطور فى المقاومة الأومية .
- تساوى التيار فى المقاومة مع التيار عبر المكثف فى القيمة واتفاقهما فى الطور لأنهم متصلين معًا على التوالى



أى أن

فرق الجهد عبر المكثف (V_C) يتأخر على فرق الجهد عبر المقاومة (V_R) بزاوية طور 90^o وبذلك يكون فرق الجهد الكلى (V) غير متفق فى الطور مع شدة التيار (I)

◈ يتعين فرق الجهد الكلى (V) باستخدام المتجهات من العلاقة :

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_C)^2}$$

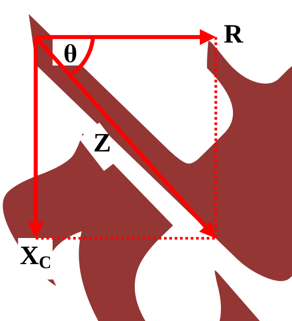
حيث أن : $V = I\,Z$, $V_R = I\,R$, $V_C = I\,X_C$

$$\therefore IZ = \sqrt{I^2R^2 + I^2{X_C}^2} = I\sqrt{R^2 + {X_C}^2}$$

بالقسمة على I

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2}$$

◈ من الشكل الموضح يمكن تعيين زاوية الطور (θ) بين فرق الجهد الكلى (V) وفرق الجهد عبر المقاومة (V_R) من العلاقة :

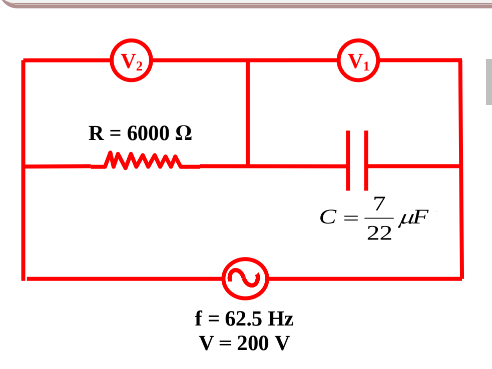


$$\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-IX_C}{IR} = \frac{-X_C}{R}$$

الإشارة السالبة : تعنى أن فرق الجهد (V_C) متأخر عن فرق الجهد (V_R) بزاوية 90^o

علل	الإجابة
إذا وصل مكثف بمقاومة أومية و مصدر تيار كهربى متردد على التوالى فإن التيار يتقدم بزاوية طور θ على الجهد الكلى حيث ($90^o > θ > 0^o$)	لأن فرق الجهد والتيار يتفقان في الطور عبر المقاومة الأومية ، بينما في المكثف يتقدم التيار على فرق الجهد بزاوية 90^o بسبب سعة المكثف وبالتالى فإن التيار يتقدم على فرق الجهد الكلى بزاوية θ تحسب من العلاقة $\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R}$

أمثلة محلولة



١ ـ فى الدائرة الموضحة ، احسب V_1 , V_2

الحل

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 62.5 \times \frac{7}{22} \times 10^{-6}} = 8000\Omega$$

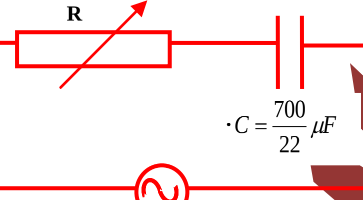
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^{\ 2}} = \sqrt{(6000)^2 + (8000)^2} = 10000\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{10000} = 0.02A$$

$$V_1 = V_C = IX_C = 0.02 \times 8000 = 160V$$

$$V_L = V_R = IR = 0.02 \times 6000 = 120V$$

****



٢ ـ فى الدائرة الموضحة ما قيمة R التى تجعل التيار المار فى الدائرة 0.2 A



$$Z = \frac{V}{I} = \frac{100}{0.2} = 500\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{700}{22} \times 10^{-6}} = 100\Omega$$

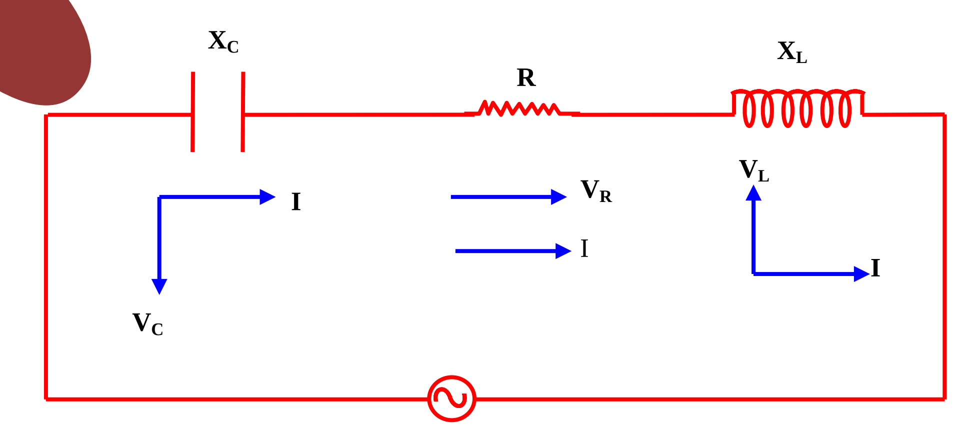
$$\because Z = \sqrt{R^2 + X_C^{\ 2}}$$

$$\therefore R = \sqrt{Z^2 - X_C^{\ 2}} = \sqrt{(500)^2 - (100)^2}\ 489.89\Omega$$

****

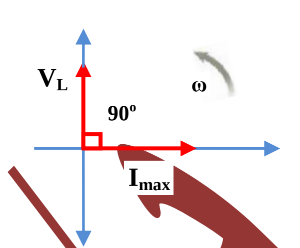
سادسا : دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة و ملف و مكثف موصلة جميعاً على التوالى (RLC Circuit)

◈ ☜ عند وجود دائرة كهربية تحتوى على مكثف ومقاومة أومية و ملف حث متصلة جميعاً على التوالى كما بالشكل التالى

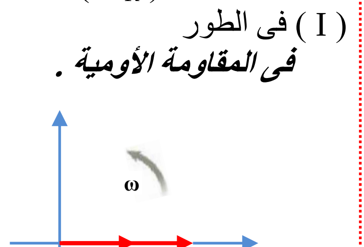


نلاحظ

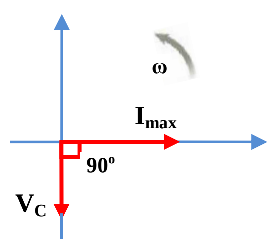
تقدم فرق الجهد (V_L) على التيار (I) بزاوية 90^o ***فى ملف الحث .***



اتفاق فرق الجهد (V_R) والتيار (I) فى الطور ***فى المقاومة الأومية .***



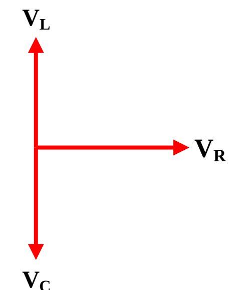
تأخر فرق الجهد (V_C) عن التيار بزاوية طور 90^o ***فى المكثف .***



◈ تساوى التيار فى المقاومة وملف الحث والمكثف فى القيمة واتفاقهما فى الطور لأنهم موصلين جميعًا على التوالى .

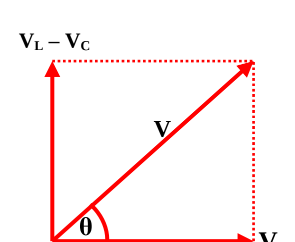
أى أن

الجهد فى الملف (V_L) يتقدم عن الجهد فى المقاومة (V_R) بزاوية 90^o والجهد فى المكثف (V_C) يتأخر عن الجهد فى المقاومة (V_R) بزاوية 90^o وبذلك يكون فرق الطور بين (V_L) و (V_C) يساوى 180^o



◈ يتعين فرق الجهد الكلى (V) باستخدام المتجهات من العلاقة :

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L - V_C)^2}$$



حيث أن : $V_L = I X_L$, $V_C = I X_C$, $V_R = I R$, $V = I Z$

$$\therefore IZ = \sqrt{(I\ R)^2 + (IX_L - IX_C)^2} = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

بالقسمة على I

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

◈ من الشكل السابق يمكن تعيين زاوية الطور (θ) بين فرق الجهد الكلى و التيار من العلاقة :

$$\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

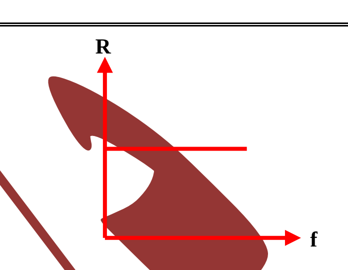
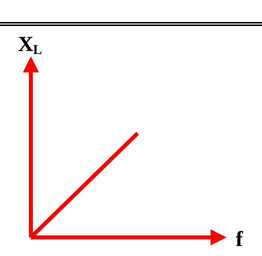
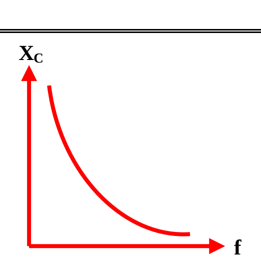
◈ **ملاحظات هامة جدًا :**

عندما تكون	تكون زاوية الطور (θ)	أى أن	تكون للدائرة خواص
$X_L > X_C$ $V_L > V_C$	موجبة	الجهد الكلى (V) يتقدم على التيار (I) بزاوية (θ) ويكون : $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, $\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$	حثية
$X_L < X_C$ $V_L < V_C$	سالبة	الجهد الكلى (V) يتأخر عن التيار (I) بزاوية (θ) ويكون $Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$, $\tan\theta = \frac{V_C - V_L}{V_R} = \frac{X_C - X_L}{R}$	سعوية
$X_L = X_C$ $V_L = V_C$	مساوية للصفر	الجهد الكلى (V) يتفق مع التيار (I) فى الطور ويكون : ($Z = 0$, $\theta = 0$)	أومية

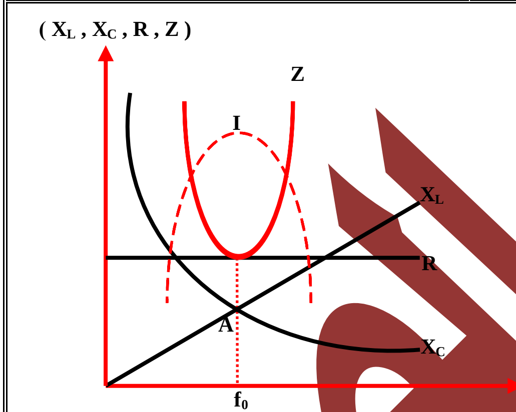
العوامل التى تتوقف عليها المعاوقة :

❶ تردد التيار (f) ❷ المقاومة (R) ❸ المفاعلة الحثية (X_L) ❹ المفاعلة السعوية (X_C)

العلاقة بين التردد (f) و (X_L ، X_C ، R ، Z)

 تظل قيمة المقاومة الأومية ثابتة لا تتغير بتغير تردد التيار المتردد .	 من العلاقة : ($X_L = 2\pi f L$) فإن المفاعلة الحثية للملف تزداد بزيادة تردد التيار المتردد ($X_L \; \alpha \; f$)	 من العلاقة $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ تقل المفاعلة السعوية للمكثف بزيادة تردد التيار ($X_C \alpha \frac{1}{f}$)

❶ فى الترددات المنخفضة تكون (X_C) أكبر من (X_L) فيزداد الفرق بينهما فتكون المعاوقة الكلية ($X_C - X_L$) (Z) كبيرة فتقل شدة التيار .
❷ كلما زاد التردد قلت (X_C) وزادت (X_L) فيقل الفرق بينهما ($X_C - X_L$) فتقل المعاوقة الكلية تدريجيًا ويزداد شدة التيار تدريجيًا .
❸ بزيادة التردد تقل المعاوقة (Z) للدائرة حتى تصل الى نهاية صغرى عندما تكون $X_L = X_C$ وذلك عند النقطة (A) وتصبح شدة التيار أكبر ما يمكن . وتسمى حالة الرنين ويسمى (f_0) تردد الرنين ويكون Z = R
❹ بزيادة تردد التيار المتردد تزداد (X_L) وتقل (X_C) ويزداد الفرق بينهما ($X_C - X_L$) فتزداد تدريجيًا المعاوقة (Z) للدائرة وتقل شدة التيار .



◈ ☜ القدرة المستنفذة في دوائر التيار المتردد

❶ فى دائرة RL أو RC أو RLC تكون القدرة الحقيقية (P_W) المستنفذة فى الدائرة هى القدرة المستنفذة عبر المقاومة الأومية فى صورة طاقة حرارية . $P_W = I^2 R = \frac{V_R^2}{R}$

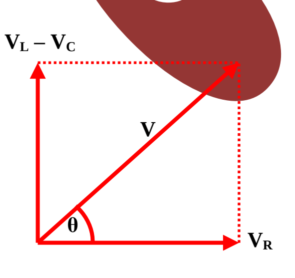
❷ القدرة المستنفذة فى ملف حث عديم المقاومة = 0

❸ القدرة المستنفذة فى مكثف = 0

عامل القدرة

" جيب تمام الزاوية المحصورة بين متجه جهد المقاومة الى الجهد الكلى "
" النسبة بين جهد المقاومة الى الجهد الكلى "
" النسبة بين المقاومة الى المعاوقة "

$$\cos\theta = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{1Z} = \frac{R}{Z}$$ (عامل القدرة)



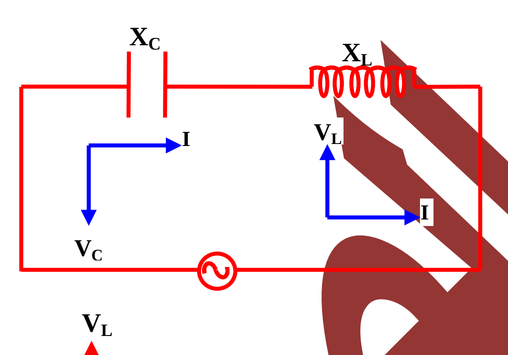
◈ ما معنى قولنا أن : المعاوقة الكلية لدائرة تيار متردد = 500 Ω

أى أن الممانعة الكلية التى يلقاها التيار المتردد فى تلك الدائرة بسبب المقاومة الأومية ومفاعلة كل من الملف والمكثف =500 Ω

م	علل	الإجابة
١	**عند تردد الرنين فى دائرة تتكون من ملف حث ومقاومة ومكثف تكون ومكثف تكون شدة التيار متفقة فى الطور مع فرق الجهد المتردد .**	لأنه في حالة الرنين تكون $X_C = X_L$ وعندئذ تصبح المعاوقة (Z = R) لذا تكون (I) متفقة مع (V) فى الطور .
٢	**للمقاومة الأومية قيمة واحدة مهما تغير تردد المصدر بينما للمفاعلة (الحثية والسعوية) قيم متعددة عند تغير تردد المصدر .**	لأن المقاومة الأومية لا تتوقف على التردد لذلك تكون لها قيمة واحدة بينما تتوقف المفاعلة على تردد المصدر فيكون للمفاعلة قيم متعددة حسب تردد كل مصدر $(X_L \alpha f),(X_C \alpha \frac{1}{f})$
٣	**فى دوائر تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية وملف حث ومكثف جميعًا على التوالى (LCR) لا يستهلك الملف والمكثف قدرة كهربية .**	لأنهما يختزنان الطاقة (القدرة) على شكل مجال مغناطيسى في الملف ومجال كهربى في المكثف ثم يعيدها الى المصدر الكهربى عند التفريغ لذلك القدرة الحقيقية المستهلكة هى القدرة المستهلكة في المقاومة الأومية كما أن المفاعلة الحثية أو السعوية ليست مقاومة لكنها تعوق التيار بالحث .

ملاحظات هامة

أولا: دائرة تيار متردد تحتوى على مكثف وملف حث على التوالى



نلاحظ

- يتأخر فرق الجهد (V_C) عن التيار (I) بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة (زاوية طور 90^o) فى المكثف .
- تقدم فرق الجهد (V_L) على التيار (I) بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة (زاوية طور 90^o) فى ملف الحث

تساوى التيار فى ملف الحث مع التيار عبر المكثف فى القيمة واتفاقهما فى الطور لأنهم متصلين معًا على التوالى .

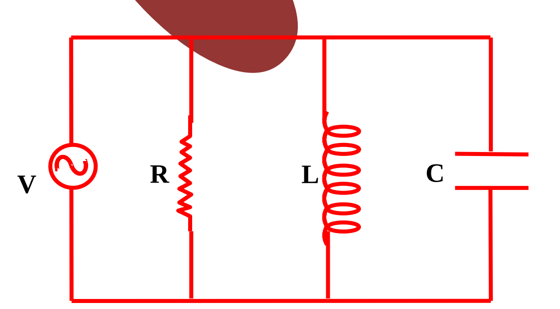
أى أن

◈ فرق الجهد عبر الملف (V_L) يتقدم على فرق الجهد فى المكثف (V_C) بزاوية طور 180^o

◈ يتعين فرق الجهد الكلى (V) من العلاقة : $V = V_L - V_C$

◈ يتعين المفاعلة الكلية للدائرة (المعاوقة) (Z) من العلاقة : $Z = X_L - X_C$ أو $Z = X_C - X_L$

ثانيا : دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة وملف حث ومكثف موصلة جميعاً على التوازى



◈ يتعين المفاعلة الكلية للدائرة (المعاوقة) (Z) من العلاقة :

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left[\frac{1}{R}\right]^2 + \left[\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right]^2}$$

◈ يتعين شدة التيار فى كل فرع والتيار الكلى كالآتى :

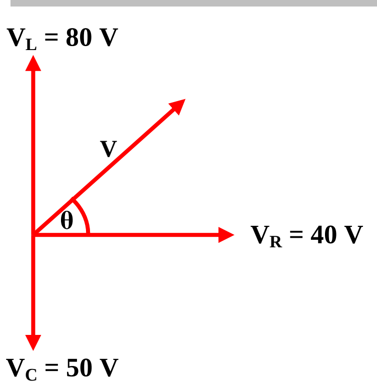
$$I_R = \frac{V}{R} \quad , \quad I_L = \frac{V}{X_L} \quad , \quad I_C = \frac{V}{X_C}$$

$$\therefore I = \sqrt{(I_R)^2 - (I_C - I_L)^2}$$

أمثلة محلولة

١ـ دائرة تيار متردد تحتوى على ملف ومقاومة ومكثف متصلة معًا على التوالى فإذا كان فرق الجهد عبر الملف 80 V وعبر المقاومة 40 V وعبر المكثف 50 V وكان التيار فى الدائرة 2 A ارسم مخطط الجهد ثم احسب ❶ الجهد الكلى . ❷ زاوية الطور وما خواص الدائرة . ❸ القدرة الحقيقية على هيئة حرارة . ❹ المعاوقة .





$$V=\sqrt{(V_R)^2+(V_L-V_C)^2}\Rightarrow V=\sqrt{(40)^2+(80-50)^2}=50V$$

$$\tan\theta=\frac{V_L-V_C}{V_R}\Rightarrow\tan\theta=\frac{80-50}{40}=0.75\Rightarrow\theta=36.87^o$$

للدائرة خواص حثية حيث يتقدم فرق الجهد الكلى (V) على التيار بزاوية 36.87^o

$$R=\frac{V_R}{I}=\frac{40}{2}=20A\Rightarrow P_W=I^2R=4\times 20=80Watt$$

$$Z=\frac{V}{I}=\frac{50}{2}=25\Omega$$

****

٢ـ وصل مكثف سعته 5 µF على التوالى بملف حثه الذاتى 0.06 H ومولد تيار متردد تردده 400 Hz يعطى فرقًا فى الجهد عند طرفى مخرجه 30 V فإذا كانت مقاومة الدائرة 90 Ω أوجد : ❶ المفاعلة الحثية للملف والمفاعلة السعوية للمكثف . ❷ المعاوقة . ❸ شدة التيار . ❹ زاوية الطور .



$$X_L=2\pi fL=2\times\frac{22}{7}\times 400\times 0.06=150.86\Omega$$

$$X_C=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{7}{2\times 22\times 400\times 5\times 10^{-6}}=79.55\Omega$$

$$Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}=\sqrt{(90)^2+(150.86-79.55)^2}=114.8\Omega$$

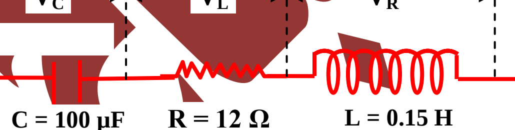
$$I=\frac{V}{Z}=\frac{30}{114.8}=0.26A$$

$$\tan\theta=\frac{X_L-X_C}{R}=\frac{150.86-79.55}{90}=0.79\Rightarrow\theta=38.4^o$$

∴ الجهد الكلى يتقدم على التيار بزاوية قدرها 38.4^o

****

٣ـ فى الشكل المقابل : ❶ احسب الممانعة الكلية . ❷ التيار بالدائرة . ❸ فرق الجهد بين كلا من المقاومة والملف والمكثف .





$$X_L=2\pi fL=2\times\frac{22}{7}\times 50\times 0.15=47.2\Omega$$

$$X_C=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{7}{2\times 22\times 50\times 100\times 10^{-6}}=31.8\Omega$$

$$Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}=\sqrt{(12)^2+(47.2-31.8)^2}=19.5\Omega$$

$$I=\frac{V}{Z}=\frac{100}{19.4}=5.14A$$

$$V_R=IR=5.14\times 12=61.65V$$

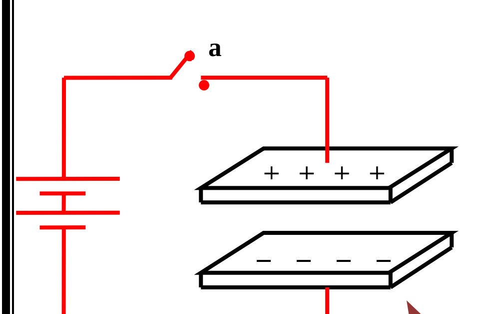
$$V_L=IX_L=5.14\times 47.2=242.2V$$

$$V_C=IX_C=5.14\times 31.8=163.47V$$

الدائـرة المهـتـزة

الدائرة المهتزة

" دائرة كهربية يحدث بها تبادل للطاقة المخزونة في ملف حث على هيئة مجال مغناطيسى مع الطاقة المخزونة في مكثف على هيئة مجال كهربى "

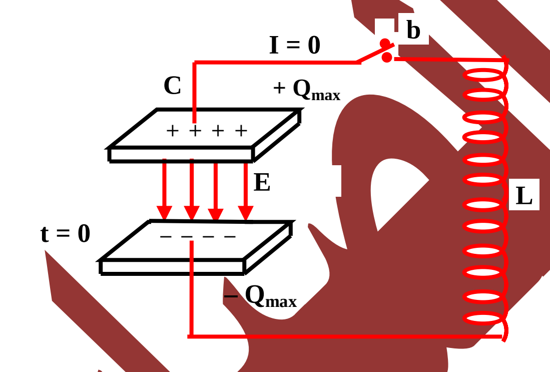


◈ التركيب :

❶ ملف حث له مقاومة صغيرة جدًا .
❷ مكثف .
❸ بطارية .
ويتصلوا جميعًا كما بالشكل عن طريق المفتاحين a , b

◈ شرح العمل :

اولا : عند غلق المفتاح (a)

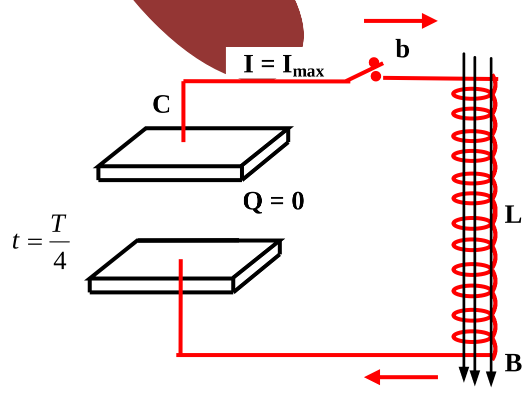


- يمر تيار لحظي فى الدائرة .
- يتم شحن لوح المكثف المتصل بالقطب الموجب للبطارية بشحنة موجبة ويتم شحن لوح المكثف المتصل بالقطب السالب للبطارية بشحنة سالبة .
- يتوقف التيار الكهربى عندما يتساوى فرق الجهد المتولد بين لوحى المكثف مع فرق جهد البطارية .
- يتولد مجال كهربى بين لوحى المكثف وتختزن الطاقة على هيئة مجال كهربى
- عند فتح المفتاح (a) يبقى المكثف مشحونًا .

ثانيا عند غلق المفتاح (b)

❶ عند لحظة الغلق (t = 0)

يكون مازال المكثف مشحون بشحنة كهربية ويكون فرق الجهد بين لوحى المكثف نهاية عظمى (مساو لجهد البطارية) ، وتكون الشحنة على اللوح العلوى نهاية عظمى ($+Q_{max}$) وعلى اللوح السفلى ($-Q_{max}$) ، وتكون الطاقة المخزنة فى الدائرة على هيئة مجال كهربى فقط (E) ، ويكون شدة التيار المار بالدائرة مساو للصفر نتيجة تولد قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية مساوية لجهد المصدر تمنع مرور التيار الكهربى ، ويكون المجال المغناطيسى B يساوى صفر .



❷ فى الفترة من (t = 0) الى ($t = \frac{T}{4}$)

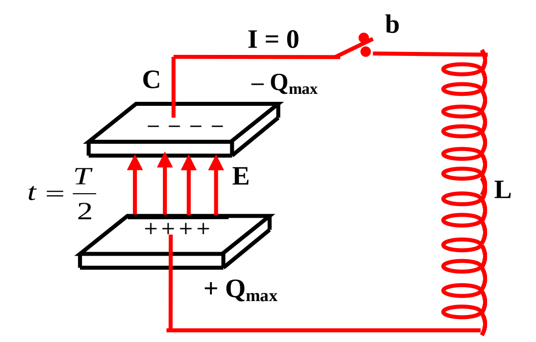
يفرغ المكثف شحنته عبر الملف ويمر تيار لحظى (مع عقارب الساعة) من اللوح الموجب الى اللوح السالب فتقل الشحنات الموجبة والشحنات السالبة فيتناقص المجال الكهربى (أى يتناقص فرق الجهد بين لوحى المكثف ، وتتناقص الشحنة على اللوح العلوى والسفلى) ، و يتولد مجال مغناطيسى يختزن الطاقة التى كانت فى المجال الكهربى نتيجة مرور التيار عبر الملف أى تظهر فى الدائرة طاقة كهربية وطاقة مغناطيسية ، ويبدأ التيار فى التزايد .

❸ عندما ($t = \frac{T}{4}$)

يصل فرق الجهد بين اللوحين الى الصفر ، وتكون الشحنة على اللوح العلوى واللوح السفلى مساويه للصفر (Q = 0) ، وتكون الطاقة المخزنة فى الدائرة على هيئة مجال مغناطيسى فقط (B) ، ويكون شدة التيار المار بالدائرة أقصى قيمة له (I_{max}) ويكون اتجاهها مع عقارب الساعة .

❹ فى الفترة من ($t = \frac{T}{4}$) الى ($t = \frac{T}{2}$)

تبدأ شدة التيار المار فى الدائرة فى التناقص ويتناقص المجال المغناطيسى المحيط بالملف فتتولد قوة دافعة كهربية مستحثة طردية بالحث الذاتى للملف وبالرغم من ان اللوح العلوى اصبح بدون شحنات أى متعادل ولكن التيار سوف يستمر فى سحب شحنات منه حتى يصبح سالب الشحنة ويصبح اللوح السفلى موجب الشحنة وبذلك يُشحن اللوح الذى كان سالبًا بشحنة موجبة ويُشحن اللوح الذى كان موجبًا بشحنة سالبة فيظهر مجال كهربى من جديد فى عكس الاتجاه الاول وبالتالى يبدأ فرق الجهد بين اللوحين فى التزايد ولكن فى عكس الاتجاه وتزداد الشحنة على اللوحين العلوى والسفلى .

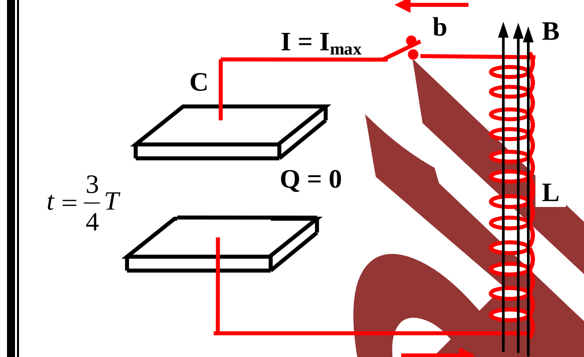


❺ عندما ($t = \frac{T}{2}$)

يكون فرق الجهد بين اللوحين نهاية عظمى (– max) ، وتكون الشحنة على اللوح العلوى ($– Q_{max}$) وعلى اللوح السفلى ($+ Q_{max}$) وتصبح الطاقة المخزنة فى الدائرة على هيئة مجال كهربى فقط ، وينعدم التيار اللحظى المار فى الدائرة (I = 0) ، وينعدم المجال المغناطيسى (B = 0)

❻ فى الفترة من ($t = \frac{T}{2}$) الى ($t = \frac{3}{4}T$)

يبدأ التيار فى التحرك ولكن فى عكس اتجاه عقارب الساعة وينتج عنه تولد مجال مغناطيسى فى الملف وتبدأ الشحنات فى اللوحين فى التناقص وبالتالى يتناقص المجال الكهربى اى يتناقص فرق الجهد بين اللوحين ويتزايد شدة التيار .

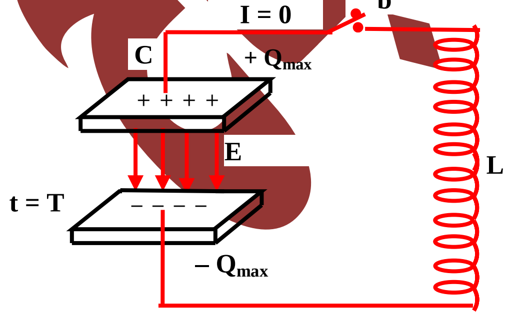


❼ عندما ($t = \frac{3}{4}T$)

يصبح فرق الجهد بين اللوحين مساوى للصفر وتكون الشحنة على اللوحين مساوية للصفر (Q = 0) وتكون الطاقة المخزنة فى صورة مجال مغناطيسى ولا يوجد مجال كهربى ويكون التيار نهاية عظمى (I_{max}) ويكون اتجاهه عكس عقارب الساعة

❽ فى الفترة من ($t = \frac{3}{4}T$) الى (t = T)

تبدأ شدة التيار المار فى الدائرة فى التناقص ويتناقص المجال المغناطيسى المحيط بالملف فتتولد قوة دافعة كهربية مستحثة طردية بالحث الذاتى للملف وبالرغم من ان اللوح العلوى اصبح بدون شحنات أى متعادل ولكن التيار سوف يستمر فى سحب شحنات منه حتى يصبح موجب الشحنة ويصبح اللوح السفلى سالب الشحنة وبذلك يُشحن اللوح الذى كان موجبًا بشحنة سالبة ويُشحن اللوح الذى كان سالبًا بشحنة موجبة فيظهر مجال كهربى من جديد فى عكس الاتجاه الأخير وبالتالى يبدأ فرق الجهد بين اللوحين فى التزايد ولكن فى عكس الاتجاه وتزداد الشحنة على اللوحين العلوى والسفلى .



❾ عندما (t = T)

يصبح المكثف مشحون بشحنة كهربية ويكون فرق الجهد بين لوحى المكثف نهاية عظمى ، وتكون الشحنة على اللوح العلوى نهاية عظمى ($+Q_{max}$) وعلى اللوح السفلى ($– Q_{max}$) ، وتكون الطاقة المخزنة فى الدائرة على هيئة مجال كهربى فقط (E) ، ويكون شدة التيار المار بالدائرة مساو للصفر ، ويكون المجال المغناطيسى B يساوى صفر .

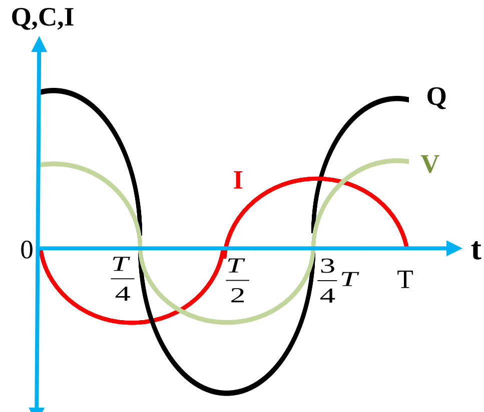
وهكذا

تتكرر عملية التفريغ والشحن وتحدث اهتزازات كهربية سريعة جدًا فى الدائرة ويلاحظ تبادل الطاقة باستمرار بين المجالين الكهربى والمغناطيسى .

◇ ماذا يحدث عند : توصيل مكثف مشحون بملف حث عديم المقاومة

يفرغ المكثف شحنته فيمر تيار لحظى فى الملف فتنشأ قوة دافعة كهربية مستحثة طردية فى الملف ويشحن المكثف فى الاتجاه المعاكس للاتجاه الأول وهكذا تتكرر عملية التفريغ والشحن وتحدث اهتزازات كهربية سريعة جدًا فى الدائرة .

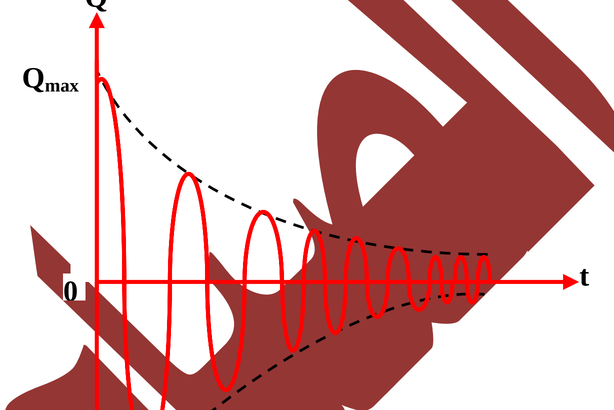
التمثيل البيانى لدورة كاملة في الدائرة المهتزة



- نلاحظ من الرسم البيانى أن Q بدأت من قيمة عظمى وذلك عندما كان المكثف مشحون بجهد المصدر .
- تتوقف قيمة فرق الجهد (V) على سعة المكثف تبعًا للعلاقة $V = \frac{Q}{C}$ فإذا كانت (C > Q) فيكون المنحنى كما هو موضح وإذا كانت (C < Q) فيكون منحنى فرق الجهد أعلى من منحنى (Q)
- تتحدد قيمة شدة التيار (I) من العلاقة $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ فعندما تكون Q قيمة عظمى يكون شدة التيار المار = صفر .

م	علل	الإجابة
١	**فى الدائرة المهتزة تتوقف عملية الشحن والتفريغ بعد فترة .**	لوجود مقاومة فى الملف والأسلاك الأخرى فإن جزء من الطاقة يتحول الى حرارة يؤدى ذلك لفقد الطاقة تدريجيًا فتقل شدة التيار المتردد فى الدائرة ويقل فرق الجهد بين لوحى المكثف تدريجيًا الى أن ينعدم وتتوقف عمليتى الشحن والتفريغ وينعدم التيار .
٢	**لكى تستمر عملية الشحن والتفريغ فى الدائرة المهتزة يجب تغذية المكثف بشحنات إضافية كل فترة .**	وذلك لتعويض الفقد المستمر فى الطاقة الكهربية الناتج عن مقاومة الملف والأسلاك الأخرى .

التمثيل البيانى لعدة دورات في الدائرة المهتزة



◈ **التمثيل البيانى المقابل يمثل :**
اضمحلال الشحنة بين لوحى المكثف بمرور الزمن .

تردد التيار الكهربى في الدائرة المهتزة

◈ فى الدائرة المهتزة يكون التيار أكبر ما يمكن عندما تكون المعاوقة الكلية فى الدائرة مساوية للصفر (Z = 0) وذلك يتحقق عند تساوى المفاعلة الحثية والمفاعلة السعوية .

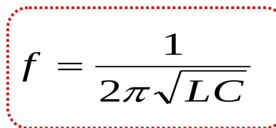
◈ يمكن استنتاج تردد الدائرة المهتزة (f) من العلاقة :

$$X_L = X_C$$

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

بأخذ الجذر التربيعى للطرفين



$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

حيث : (C) سعة المكثف ، (L) معامل الحث الذاتى للملف .

◈ **ما معنى قولنا أن : تردد الرنين فى دائرة RLC = 300 Hz**
أى أن تردد التيار الذى تتساوى عنده المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف = 300 Hz

العوامل التى يتوقف عليها تردد التيار في الدائرة المهتزة

العلاقة بين	الشكل البيانى	القانون ودلالة الميل
(١) الجذر التربيعى لسعة المكثف $\frac{1}{\sqrt{C}}$ والتردد (f) " علاقة عكسية "	f ، $\frac{1}{\sqrt{C}}$	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ الميل = $f\sqrt{c} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L}}$
(٢) الجذر التربيعى لمعامل الحث $\frac{1}{\sqrt{L}}$ الذاتى للملف والتردد (f) " علاقة عكسية "	f ، $\frac{1}{\sqrt{L}}$	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ الميل = $f\sqrt{L} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C}}$

ملاحظات هامة لحل المسائل

❶ تردد الدائرة المهتزة فى حالة الرنين : $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi N\sqrt{\frac{\mu A}{\ell}C}}$

❷ فى حالة الرنين " $X_L = X_C$ ، $Z = \sqrt{R^2} \Rightarrow \therefore Z = R$

❸ فى حالة المقارنة بين تردى دائرتين مهتزتين فإن $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$

عندما يكون نفس الملف فى الدائرتين .	عندما يكون نفس المكثف فى الدائرتين .
أى أن : ($L_1 = L_2 = L$) فإن :	**أى أن :** ($C_1 = C_2 = C$) فإن :
$\therefore \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$	$\therefore \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

❹ يمكن حساب سرعة الأمواج اللاسلكية (v) من العلاقة : $v = f \times \lambda$ حيث (λ) هو الطول الموجى للموجة اللاسلكية .

أمثلة محلولة

١ـ أوجد تردد التيار فى دائرة مهتزة إذا كان معامل الحث الذاتى للملف 16 mH وسعة المكثف 4.9 μF



$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}} = \frac{7}{2\times 22} \times \sqrt{\frac{10^6 \times 10^3}{16\times 4.9}} = 568.18Hz$$

****

١ـ وصل ملف بمكثف سعته 18 μF فى دائرة مهتزة فكان التردد 2×10^4 Hz وعندما وصل نفس الملف بمكثف آخر كان التردد 3×10^4 Hz احسب سعة المكثف الثانى .

الحل

$$f \alpha \sqrt{\frac{1}{C}} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$$

$$\frac{2\times10^4}{3\times10^4} = \sqrt{\frac{C_2}{18}} \Rightarrow \frac{4}{9} = \frac{C_2}{18} \Rightarrow C_2 = 8\mu F$$

دائرة الرنين

◈ الاستخدام :

أجهزة الاستقبال اللاسلكى وذلك لاختيار المحطة المراد سماعها .

X_C X_L
مصدر متردد
أميتر حرارى

◈ التركيب :

❶ مكثف متغير السعة . ❷ ملف حث مقاومته صغيرة ويمكن تغيير عدد لفاته .

❸ مصدر تيار متردد يمكن تغيير تردده . ❹ أميتر حرارى .

◈ شرح العمل :

- **عند مرور تيار فى الدائرة مع تغيير تردد المصدر الكهربى فإن شدة التيار تتغير حيث**
  - تقل شدة التيار كلما زاد الاختلاف بين تردد المصدر وتردد الدائرة
  - تزيد شدة التيار كلما قل الاختلاف بين تردد المصدر وتردد الدائرة
  - تكون شدة التيار أكبر ما يمكن إذا كان تردد المصدر مساو لتردد الدائرة(أى عندما تتساوى المفاعلة الحثية مع المفاعلة السعوية) وتكون الدائرة فى حالة رنين .

(X_L , X_C , R , Z , I)
Z
I_{max}
X
R
X
f (Hz)
f_0
تردد الرنين

ملاحظات هامة

* حتى يتفق تردد الدائرة مع تردد المصدر فأنه يتم التحكم إما عن طريق تغيير تردد المصدر أو تغيير تردد الدائرة (عن طريق تغيير سعة المكثف أو عدد لفات الملف) .

* يمكن تشبيه ما يحدث فى دائرة الرنين بالرنين فى الصوت فمثلًا عندما يتساوى تردد شوكتين رنانتين مهتزتين يقوى الصوت وعند اختلاف ترددهما يضعف الصوت .

◈ مما سبق نستنتج أن

إذا أثر فى دائرة مهتزة مصادر كهربية مختلفة التردد فى وقت واحد فإن الدائرة لا تسمح إلا بمرور التيار الذى يتفق تردده مع ترددها أو يكون قريبًا جدًا منه وتسمى هذه الدائرة دائرة الرنين .

دائرة الرنين

" دائرة مهتزة تحتوى على مقاومة وملف حث ومكثف ومصدر متردد ولا تسمح إلا بمرور التيار الذى تردده يتفق مع ترددها أو يكون قريبًا جدًا من ترددها . "

ملحوظة هامة

عندما تكون الدائرة فى حالة رنين فإن :

❶ تردد المصدر مساو لتردد الدائرة .

❷ يمر فى الدائرة أكبر قيمة فعالة للتيار .

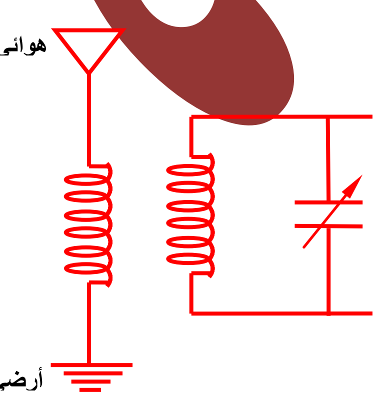
❸ فرق الجهد بين طرفى الملف (V_L) = فرق الجهد بين طرفى المكثف (V_C)
وبالتالى يكون فرق الجهد بين طرفى المقاومة = emf للمصدر المتردد .

❹ المفاعلة الحثية للملف (X_L) = المفاعلة السعوية للمكثف (X_C) وتلاشى كل منهما تأثير الأخرى .

❺ تكون للدائرة أقل معاوقة وهى المقاومة الأومية $Z = R$

❻ التيار يتفق مع فرق الجهد فى الطور أى أن زاوية الطور (θ) = صفر .

عمل دائرة الرنين في أجهزة الاستقبال أو اللاسلكي



* تتصل دائرة الرنين فى جهاز استقبال اللاسلكى بهوائي جهاز الاستقبال (الإيريال).
* تصل الى الهوائى موجات محطات الإذاعة المختلفة لكل منها تردد معين .
* تؤثر هذه الترددات على الهوائى وتولد فيه تيارات لها نفس تردد المحطات .
* عندما تريد الاستماع الى إذاعة معينة فإنك تقوم بتغيير تردد الدائرة المهتزة فيمر التيار الذى تردده يتفق مع تردد الدائرة .
* ثم يمر هذا التيار فى جهاز الاستقبال ويخضع لعمليات معينة مثل تكبيره وتقويمه ثم فصل التيار المعبر عن الصوت الذى يمر فى السماعة .

تابع دوائر التيار المتردد

الفصل الرابع — الدرس الثانى

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) مكافئ المقاومة والمفاعلة الحثية والمفاعلة السعوية فى دائرة التيار المتردد .
(٢) دائرة كهربية يحدث بها تبادل للطاقة المخزونة فى ملف حث على هيئة مجال مغناطيسى مع الطاقة المخزونة فى مكثف على هيئة مجال كهربى .
(٣) دائرة كهربية تستخدم فى أجهزة الاستقبال اللاسلكى .

****

س ٢ : اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة R وملف حث عديم المقاومة L موصلين على التوالى فإن فرق الجهد V_L ....
(يتخلف بمقدار 90^o عن V_R – يتقدم بمقدار 90^o عن V_R – يتخلف بمقدار 180^o عن V_R – يتقدم بمقدار 180^oعن V_R)

(٢) فى الدائرة المقابلة :

R = 6Ω , X_L = 8Ω

(أ) تكون المعاوقة الكلية Z تساوى ....
(48 Ω – 2 Ω – 10 Ω – 14 Ω)
(ب) زاوية الطور بين الجهد الكلى والتيار تساوى .... تقريبًا .
(36^o – 48^o – 64^o – 36^o)

(٣) دائرة كهربية تحتوى على مصدر تيار متردد وملف مفاعلته الحثية ضعف مقاومته الأومية فتكون زاوية الطور بين الجهد الكلى والتيار ....
(26.56^o – 60^o – 30.7^o – 63.4^o)

(٤) فى الدائرة المقابلة

R , X_L , 64 V , 48 V

يكون جهد المصدر مساويًا ...... (16 V – 80 V – 112 V)

(٥) ملف حث مقاومته 12 Ω إذا مر به تيار تردده f كانت مفاعلته الحثية 18 Ω فتكون :
(أ) معاوقته الكلية فى هذه الحالة ....
(36.2 Ω – 21.63 Ω – 16.3 Ω – 20.1 Ω)
(ب)معاوقته الكلية عندما يزداد التيار الى 2f ....
(19.99 Ω – 36 Ω – 22 Ω – 37.94 Ω)

(٦) فى الدائرتين الموضحتين :

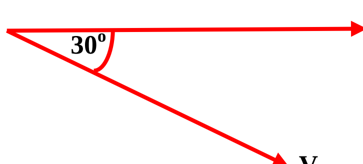
(1): R = 20Ω , L = 0.1 H , f = 50 Hz
(2): R = 10Ω , L = 0.2 H , f = 150 Hz

(أ) النسبة بين معاوقة الدائرة (1) الى معاوقة الدائرة (2) ....
(1.53 – 0.197 – 0.65 – 6)
(ب) النسبة بين زاوية الطور (بين الجهد الكلى والتيار) فى الدائرة (1) الى زاوية الطور (بين الجهد الكلى والتيار) فى الدائرة (2) هى ....
(12 – 1.51 – 0.66 – 0.083)

(٧) فى الدائرة الموضحة

V_1 , V_2 , R , V_{eff} = 20 V

إذا كانت قراءة V_1 هى 10 V
فإن قراءة V_2 هى ....
($10V$ – $10\sqrt{3}V$ – $10\sqrt{2}V$ – $15V$)



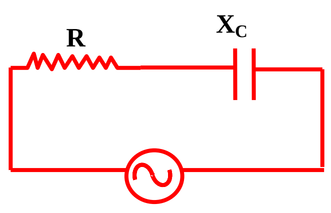
(٨) إذا كان متجهي الجهد V_R , V فى دائرة تحتوى على مقاومة أومية ومكثف ومصدر تيار متردد متصلين معًا على التوالى كما هو موضح بالشكل فإن ....

(أ) $\frac{V_C}{V_R} = \frac{1}{2}$ (ب) $\frac{R}{X_C} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ (ج) $\frac{Z}{R} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$

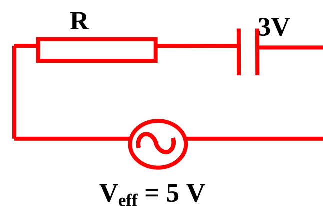
(د) لا توجد إجابة صحيحة.

(٩) دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة R و مكثف C موصلين على التوالى فإن V_R .....

(يتخلف بمقدار 90^o عن V_C – يتقدم بمقدار 90^o عن V_C – يتخلف بمقدار 180^o عن V_C – يتقدم بمقدار 180^o عن V_C)



(١٠) فى الدائرة الموضحة
عند مرور تيار تردده f تكون ($X_C = R$) ، فإذا زاد التردد الى 2f فإن المعاوقة ....
(تزداد للضعف – تقل للنصف – تصبح 1.11 R – لا توجد إجابة صحيحة)



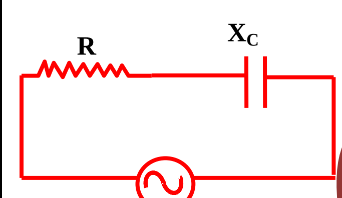
(١١) فى دائرة التيار المتردد الموضحة :
إذا كان فرق الجهد الفعال عبر المكثف C يساوى 3 V فإن الجهد عبر المقاومة R يساوى ....

(2 V – 1 V – 3 V – 4 V)

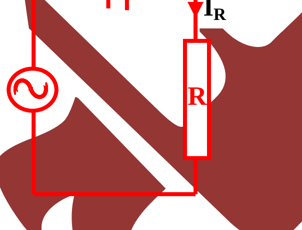
(١٢) مكثف سعته $\frac{7}{22} \mu F$ يتصل به مقاومة أومية عديمة الحث Ω 1000 فإذا مر به تيار متردد تردده 500 Hz فإن :

١- المعاوقة الكلية .... (5×10^4 Ω – 2000 Ω – 1414.2 Ω – $\frac{7000}{22}$ Ω)

٢- يتأخر الجهد الكلى عن التيار بزاوية طور .... (45^o – 50^o – 90^o – 63.75^o)

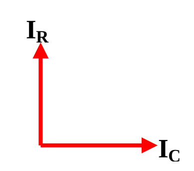


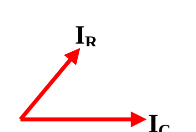
(١٣) فى الدائرة المقابلة إذا كانت المفاعلة السعوية X_C ثلاثة أمثال المقاومة الأومية R فإن المعاوقة Z تساوى .... (R – 4 R – $\sqrt{2}$ R – $\sqrt{10}$ R)



(١٤) الشكل المقابل يوضح :
مصدر لجهد متردد متصل بمكثف ومقاومة ، أى الأشكال التالية يصف وصفًا صحيحًا فرق الطور بين I_C (التيار المار فى المكثف) و I_R (التيار المار فى المقاومة) ؟

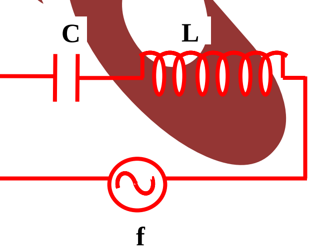
(أ) (ب) (ج) (د)





I_R → / I_C → (ج)

I_C ← → I_R (د)



(١٥) فى الدائرة الموضحة :
إذا كان $X_{C1} = 2X_{L1}$ عندما يكون تردد التيار f فإذا زاد تردد التيار الى 2 f فإن ....

($X_{C_2} = X_{L_2}$, $X_{C_2} = 2X_{L_2}$, $X_{C_2} = 4X_{L_2}$, $X_{C_2} = \frac{1}{2}X_{L_2}$)

(١٦) دائرة كهربية تتكون من مصدر تيار متردد 28 V ، وملف حث مفاعلته الحثية 12 Ω ومهمل المقاومة الأومية ، ومكثف مفاعلته السعوية 16 Ω فيكون التيار المار فى الدائرة .... (7 A – 1.4 A – 1 A – صفر)

(١٧) فى دائرة تيار متردد بها ملف حث معامل حثه الذاتى 1 mH ومكثف سعته 10 μF متصلان على التوالى فكانت المفاعلة الحثية تساوى المفاعلة السعوية فإن السرعة الزاوية تساوى ..... (10^4 – 100 – 10 – 200 π)

(١٨) دائرة تيار متردد تحتوى على ملف حث L عديم المقاومة ومكثف C متصلة على التوالى فإن فرق الجهد V_L ....

(يتخلف فى الطور بمقدار 90^o عن V_C – يتقدم فى الطور بمقدار 90^o عن V_C – يتفق مع V_C فى الطور – يتقدم فى الطور بمقدار 180^o عن V_C)

(١٩) دائرة تيار متردد تتكون من مقاومة R وملف حث L ومكثف C موصلة على التوالى وكان $X_C = 2\ X_L = 2\ R$ فإن فرق الجهد الكلى ....

(يتخلف فى الطور بمقدار 90^o عن V_R – يتقدم فى الطور بمقدار 90^o عن V_R – يتقدم فى الطور بمقدار 45^o عن V_R – يتخلف فى الطور بمقدار 45^o عن V_R)

(٢٠) دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية قدرها R وملف حث مفاعلته الحثية قدرها 3 R ومكثف مفاعلته السعوية قدرها 2 R متصلة على التوازى فإن زاوية الطور تساوى .....
($45^o – 30^o – 90^o – 0$)

(٢١) فى الدائرة الموضحة :

C = 1 μF L = 2 H
R = 1000Ω
$f = \frac{500}{\pi} Hz$

١- تكون قيمة المعاوقة الكلية ....
($1000\ \Omega – 5000\ \Omega – 2000\ \Omega – 1000\sqrt{2}\ \Omega$)

٢- زاوية الطور بين الجهد الكلى والتيار ....
($45^o – 30^o – 90^o – 0$)

(٢٢) يتقدم فرق الجهد الكلى فى دائرة RLC متصلة على التوالى على التيار عندما يكون ....
($X_L > X_C$, $X_L < X_C$, $X_L = 0$, $X_L = X_C$)

(٢٣) فى الدائرة المهتزة ....
(يحدث تبادل للشحنة بين البطارية والمكثف – يحدث تبادل للطاقة بين الملف والمكثف – يحدث زيادة فى طاقة الدائرة – لا شئ مما سبق)

(٢٤) يتعين تردد دائرة الرنين من العلاقة ....
($f = \frac{1}{2\pi LC}$ – $f = LC$ – $f = \frac{1}{4\pi^2 LC}$ – $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$)

(٢٥) فى الدائرة الموضحة :

C R = 5 Ω L = 1 H
f = 50 Hz
V = 100 V

إذا كان التيار المار هو 20 A فإن :
١- سعة المكثف C هى ....
($5\ F – 10^{-5}\ F – 10^{-5}\ \mu F – 98596\ F$)

٢- فرق الجهد عبر الملف ....
(لا توجد إجابة صحيحة – 6285.7 V – 50 V – 0)

(٢٦) ملف معامل حثه الذاتى 0.1 H وضع به قلب من الحديد فإن معامل حثه الذاتى ....
(يساوى 0.1 H – أكبر من 0.1 H – أقل من 0.1 H – يتوقف على قيمة شدة التيار المتردد المار به)

(٢٧) فى الدائرة الموضحة :

R C = 6 μF
f = 50 Hz

إذا كانت معاوقة الدائرة تساوى R فإن معامل الحث الذاتى للملف ....
(لا يمكن تحديده – 6 H – 1.69 H – 60.731 H)

(٢٨) تستخدم دوائر الرنين فى ....
(توليد الموجات الميكانيكية – أجهزة الاستقبال اللاسلكي – الاستشعار عن بُعد – لا شيء مما سبق)

(٢٩) الدائرة المقابلة توضح مصدر تيار متردد متغير التردد (f) فإذا كان مصدر التيار له قيمة ثابتة للجهد فإن الجهد عبر المقاومة R يصل لنهاية عظمى عند تردد ....
(500 Hz – 250 Hz – 100 Hz – 0)

$\frac{1}{\pi}$ H
R
$\frac{1}{\pi}$ μF
f

(٣٠) تردد الرنين فى دائرة RLC متصلة على التوالى يتحدد عن طريق ....
(المقاومة R – معامل الحث الذاتى للملف – سعة المكثف – الاختيار الثانى والثالث)

(٣١) دائرة رنين زادت سعة مكثفها الى الضعف وقل معامل الحث الذاتى للملف الى $\frac{1}{8}$ ما كان عليه فإن تردد دائرة الرنين .... (يزداد الى الضعف – يقل الى النصف – يصبح أربعة أمثال الحالة الأولى – يصبح $\frac{1}{4}$ الحالة الأولى)

(٣٢) دائرة RLC تحتوى على مكثف سعته 1 μF وملف حث ومقاومة 15 Ω وملف حث معامل حثه الذاتى 0.1 H فإن تردد الرنين لهذه الدائرة هو .... (15×10^{-5} Hz – 1.99×10^{-3} Hz – 503.1 Hz – 50 Hz)

(٣٣) فى دائرة الرنين إذا زاد التردد للضعف فأى الحالات الآتية يؤدى للاحتفاظ بحالة الرنين فى الدائرة .... (زيادة سعة المكثف للضعف – زيادة سعة المكثف للضعف ونقص معامل الحث الذاتى للنصف – زيادة سعة المكثف للضعف وزيادة معامل الحث الذاتى للضعف – نقص سعة المكثف للنصف ونقص معامل الحث الذاتى للنصف)

(٣٤) فى الشكل الموضح :

إذا كانت الدائرة فى حالة رنين ثم زادت قيمة سعة المكثف للضعف فإن التردد الجديد الذى يحقق حالة الرنين هو ....

(50 Hz – 500 Hz – $25\sqrt{2}$ Hz – لا توجد إجابة صحيحة)

C R L
f = 50 Hz

(٣٥) فى دائرة الرنين يمر أقصى تيار فى الدائرة إذا .... (تساوت المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف – كان الجهد الكلى والتيار لهما نفس الطور – كانت المقاومة الكلية هى المقاومة الأومية – جميع ما سبق)

(٣٦) **فى الدائرة الموضحة :**

أى من هذه الاختيارات يحقق حالة الرنين

C R L
f

(أ)

f	C	L
1000 Hz	1 μF	1 H

(ب)

f	C	L
100 Hz	10 μF	10 H

(جـ)

f	C	L
400 Hz	2 μF	2 H

(د)

f	C	L
500 Hz	$\frac{7}{22}\mu F$	$\frac{7}{22}H$

(٣٧) زاوية الطور فى حالة الرنين تتعين من العلاقة ....

($\tan\theta=\frac{R}{X_L-X_C}$ – $\tan\theta=\frac{X_L+X_C}{R}$ – $\tan\theta=\frac{R}{X_L+X_C}$ – $\tan\theta=0$)

(٣٨) فى دائرة RLC متصلة على التوالى يحدث رنين عندما ....

($X_C = X_L$, $X_C < X_L$, $X_C > X_L$, $R = X_L - X_C$)

(٣٩) إذا كانت القيمة الفعالة للتيار المتردد المار بدائرة (RLC) فى حالة الرنين 5 A ، فعند نزع المكثف من الدائرة تصبح القيمة الفعالة للتيار .... (أكبر من 5 A – أقل من 5 A – تساوى 5 A)

(٤٠) فى دائرة الاستقبال اللاسلكى يمر فى الدائرة أقصى تيار إذا كان تردد المصدر .... تردد الدائرة . (أكبر من – أصغر من – يساوى – ضعف)

****

س٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) المعاوقة الكلية لدائرة تيار متردد = 500 Ω

(٢) تردد الرنين فى دائرة RLC = 300 Hz

****

س٤ : علل لما يأتى :

(١) من المستحيل عمليًا إنتاج ملف حث عديم المقاومة .

(٢) إذا وصل ملف حث له مقاومة أومية بمصدر متردد للتيار فإن فرق الجهد الكلى يتقدم على شدة التيار بزاوية θ حيث ($90^o > \theta > 0^o$)

(٣) إذا وصل مكثف بمقاومة أومية ومصدر تيار كهربى متردد على التوالى فإن التيار يتقدم بزاوية طور θ على الجهد الكلى حيث $(90^o > \theta > 0^o)$

(٤) فى الدائرة المهتزة تتوقف عملية الشحن والتفريغ بعد فترة .

(٥) لكى تستمر عملية الشحن والتفريغ فى الدائرة المهتزة يجب تغذية المكثف بشحنات إضافية كل فترة .

(٦) * فى حالة الرنين فى دائرة تيار متردد تكون شدة التيار نهاية عظمى .

* فى حالة الرنين فى دائرة تيار متردد يكون التيار والجهد الكلى فى نفس الطور .

****

س٥ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) المعاوقة .

(٢) الدائرة المهتزة .

(٣) دائرة الرنين .

****

س٦ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل من :

(١) معاوقة دائرة تيار متردد تحتوى على ملف حث ومقاومة .

(٢) معاوقة دائرة تيار متردد تحتوى على مكثف ومقاومة .

(٣) معاوقة دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة وملف حث ومكثف .

(٤) * تردد التيار المار فى الدائرة المهتزة .

* تردد دائرة الرنين فى دائرة RLC

****

س٧ : ماذا يحدث فى كل مما يأتى :

(١) توصيل مقاومة أومية بملف حث ومصدر تيار متردد بالنسبة لزاوية الطور بين التيار والجهد الكلى .

(٢) توصيل مقاومة أومية بمكثف ومصدر تيار متردد بالنسبة لزاوية الطور بين التيار والجهد الكلى

(٣) توصيل مكثف مشحون بملف حث عديم المقاومة .

(٤) * حالة الرنين فى دائرة RLC بالنسبة لزاوية الطور بين التيار والجهد الكلى .

* توصيل ملف حث مع مكثف بحيث تكون المفاعلة السعوية مساوية للمفاعلة الحثية فى دائرة يتصل بها مصدر تيار متردد

* تساوى المفاعلة الحثية لملف مع المفاعلة السعوية لمكثف فى دائرة الرنين .

****

س٨ : متى :

(١) يتقدم فرق الجهد على التيار بمقدار 45^o فى دائرة تيار متردد تحتوى على ملف حث ومقاومة .

(٢) يتأخر فرق الجهد على التيار بمقدار 45^o فى دائرة تيار متردد تحتوى على مكثف ومقاومة .

(٣) لا تتوقف عملية الشحن والتفريغ فى دائرة مهتزة .

(٤) * تصبح شدة التيار الفعال فى دائرة RLC نهاية عظمى .

* ينعدم فرق الطور بين الجهد والتيار فى دائرة RLC .

* تكون زاوية الطور بين الجهد الكلى وشدة التيار لدائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة وملف ومكثف تساوى صفر.

(٥) تلتقط دائرة رنين فى جهاز اللاسلكي تردد محطة معينة .

****

س٩ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) دائرة RC ودائرة RL (**من حيث** : المعاوقة الكلية – زاوية الطور) .

(٢) دائرة RLC فى حالة رنين ودائرة RLC فى غير حالة الرنين (**من حيث** : المعاوقة الكلية)

****

س١٠ : اسئلة متنوعة :

(١) اكتب القانون الذى يتعين منه الجهد الكلى و المعاوقة الكلية فى دائرة :

(أ) RL (ب) RC (جـ) RLC

****

(٢) وضح كيف يمكن تعيين زاوية الطور بين التيار والجهد الكلى فى دائرة :

(أ) RL (ب) RC (جـ) RLC

****

(٣) أثبت أن

١- وحدات $\sqrt{\frac{L}{C}}$ هى وحدات مقاومة حيث L : الحث الذاتى C : سعة المكثف .

٢- أثبت أن وحدات R.C هى وحدات $\frac{L}{R}$ حيث L : الحث الذاتى C : سعة المكثف . R المقاومة

٣- تردد الرنين يتناسب عكسيًا مع عدد اللفات .

****

(٤) اتصل مصدر كهربى متردد مقاومته الداخلية مهملة بمكثف كهربى وملف حث عديم المقاومة على التوالى وكانت المفاعلة الحثية للملف = ضعف المفاعلة السعوية للمكثف ، فإذا زيد تردد المصدر للضعف فأثبت أن : ❶ المفاعلة الكلية للدائرة قبل وبعد تغيير تردد المصدر = $\frac{2}{7}$ ❷ النسبة بين شدتى التيارين المترددين قبل وبعد تغير تردد المصدر = $\frac{7}{4}$

****

(٥) مولد كهربى مقاومته مهملة تردده f متصل على التوالى مع مكثف ذى لوحين متوازيين سعته C ومقاومة R كما هو موضح بالشكل المقابل ، عدلت المقاومة المتغيرة حتى أصبحت زاوية الطور بين التيار فى الدائرة والقوة الدافعة الكهربية المستعملة 60^o ، وضح أن العلاقة التى تربط بين كل من C , R , f يمكن تمثيلها على الصورة : $(2 \pi f C R)^2 = 0.33$

C R

****

(٦) فى الدائرة الموضحة

اوجد النسبة بين المقاومة الأومية والمفاعلة الحثية للملف إذا كانت زاوية الطور بين الجهد الكلى وشدة التيار :

(أ) 30^o (ب) 60^o (جـ) 45^o

****

(٧) فى الدائرة الموضحة :

R C

إذا كانت زاوية الطور بين التيار والجهد الكلى 30^o وضح كيف يمكن تغيير سعة المكثف بحيث :

(أ) تصبح زاوية الطور 60^o

(ب) تصبح زاوية الطور 15^o

****

(٨) يمكن جعل القيمة الفعالة للتيار المار فى الدائرة المقابلة أكبر ما يمكن بثلاثة طرق مختلفة ، **وضح هذه الطرق**

C = 1 μF L = 1 H f = 50 Hz

****

(٩) **مم تتركب الدائرة المهتزة مع شرح عملها ؟**

****

(١٠) **فى الشكل الموضح :**
إذا كانت الدائرة فى حالة رنين وضح ماذا يحدث لقراءة الأميتر الحرارى فى حالة :
(ب)زيادة تردد المصدر مع ثبوت فرق الجهد .
(ت) زيادة سعة المكثف مع ثبوت فرق الجهد.
(ث) زيادة فرق الجهد مع ثبوت التردد .

أميتر حرارى A

****

(١١) **وضح** أهم خصائص دائرة الرنين مع ذكر التطبيق العملى لها .

****

(١٢) **اذكر الفكرة العلمية (الأساس العلمى)** لدوائر الاستقبال اللاسلكى .

****

(١٣) **وضح** تركيب دائرة الرنين مع شرح عملها فى جهاز الاستقبال اللاسلكى .

****

(١٤) أذكر استخدامًا واحدًا لدائرة الرنين .

****

س١١ : مسائل :

أولا : المعاوقة فى دائرة تحتوى على ملف حث ومقاومة أومية

(١) وصلت مقاومة مقدارها 6 Ω على التوالى بملف ثم وصلا بمنبع تيار متردد قوته الدافعة 10 V فكان فرق الجهد بين طرفى المقاومة 6 V . احسب من ذلك فرق الجهد بين طرفى الملف ومفاعلته الحثية . **[8 V – 8 Ω]**

****

(٢) تيار متردد تردده 50 Hz يمر فى مقاومة 12 Ω وملف حث ذاتى $\frac{1}{44}H$ أوجد المعاوقة. **[13.96 Ω]**

****

(٣) ملف حث معامل حثه الذاتى $\frac{7}{44}H$ ومفاعلته الحثية 50 Ω فإذا كانت مقاومته الأومية 30 Ω ، احسب تردد التيار وكذلك معاوقة الملف . **[50 Hz , 58.31 Ω]**

****

(٤) وصل ملف معامل حثه الذاتى 280 mH على التوالى مع مقاومة 200 Ω عبر منبع لتيار متردد تردده 100 Hz وبفرق جهد 95 V ، احسب : ❶ مفاعلة الملف الحثية . ❷ معاوقة الدائرة . ❸ شدة التيار المار بالدائرة .
[176 Ω , 266.41 Ω , 0.357 A]

****

(٥) مصدر تيار متردد (350 Hz , 5 V) يتصل بملف حثه الذاتى 680 mH ومقاومة أومية 2.2 kΩ على التوالى . ❶ أوجد معاوقة الدائرة للتيار. ❷ عبر بالمتجهات في الشكل عن : فرق الجهد بين طرفى المصدر ، وفرق الجهد عبر الملف بالنسبة لمتجه التيار في الدائرة .
I
[2660.4 Ω]

****

(٦) وصلت مقاومة مقدارها 60 Ω وملف حثه الذاتى $\frac{14}{55}H$ (مهمل المقاومة) على التوالى ضمن دائرة يمر بها تيار متردد تردده 50 Hz فوجد أن فرق الجهد بين طرفى المقاومة 120 V أوجد فرق الجهد بين طرفى الملف والمقاومة معًا
[200 V]

****

(٧) مقاومة أومية وملف حث يتصلان على التوالي في دائرة بها مصدر تيار متردد جهده 120 V وتردده 60 Hz ، وإذا وجد أن فرق الجهد بين طرفى الملف مساويًا لفرق الجهد بين طرفى المقاومة وكانت شدة التيار 2.5 A فاحسب ❶ قيمة المقاومة الأومية . ❷ قيمة الممانعة الحثية والحث الذاتى للملف .
[33.9 Ω , 33.9 Ω , 0.09 H]

(٨) ملف (مهمل المقاومة) حثه الذاتى 0.3 H ومقاومة 75 Ω متصلان على التوالى مع مصدر متردد يعطى فرقًا فى الجهد قدره 200 V وتردده 70 Hz احسب ❶ شدة التيار المار فى الدائرة . ❷ فرق الجهد بين طرفى كل من المقاومة والملف ❸ زاوية الطور التى يختلف بها التيار فى الملف عن فرق جهد المصدر. [1.3 A , 98.8 V , 173.9 V , 60.4^o]

****

(٩) ملف مقاومته 12 Ω ومعامل حثه الذاتى 0.1 H وصل بمصدر متردد قوته الدافعة الكهربية الفعالة 100 V وتردده 50 Hz ، احسب :
❶ المفاعلة الحثية للملف . ❷ المعاوقة الكلية للملف . ❸ شدة التيار المار بالدائرة . ❹ زاوية الطور بين التيار والجهد .
[31.43 Ω , 33.64 Ω , 2.97 A , 69.1^o]

****

(١٠) وصلت مقاومة مقدارها 15 Ω بملف حث عديم المقاومة على التوالى ومصدر كهربى متردد قوته الدافعة 60 V مهمل المقاومة الداخلية فإذا كان فرق الجهد بين طرفى المقاومة 45 V ، احسب المفاعلة الحثية للملف وفرق الجهد بين طرفيه . [13.229 Ω , 39.686 V]

****

(١١) إذا وصل ملف بمصدر تيار مستمر قوته الدافعة الكهربية 11 V كانت شدة التيار المار فيه 2.2 A وعند توصيل الملف بمصدر تيار متردد تردده 50 Hz وقوته الدافعة الكهربية 13 V كانت شدة التيار فى الملف 1 A ، احسب معامل الحث الذاتى للملف . [0.038 H]

****

(١٢) ملف حث معامل حثه الذاتى $\frac{7}{275}H$ ومقاومته 6 Ω ، احسب شدة التيار المار بالملف إذا وصل :
❶ بمصدر تيار متردد قوته الدافعة 6 V وتردده 50 Hz ❷ بمصدر تيار مستمر قوته الدافعة الكهربية 6 V
(مع إهمال المقاومة الداخلية لمصدرى التيار) [0.6 A , 1 A]

****

(١٣) دائرة كهربية مكونة من مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربية 200 V وتردده $\frac{800}{\pi}Hz$ وملف حث متصل على التوالى مع مقاومة 300 Ω وعند مرور التيار كان فرق الجهد بين طرفى المقاومة 120 V ، أوجد معامل الحث الذاتى للملف . [0.25 H]

****

(١٤) احسب معامل الحث الذاتى للملف الذى يجب توصيله على التوالى مع مصباح كهربى مقاومة فتيلته 44 Ω ومصدر كهربى تردده 42 Hz وقوته الدافعة 220 V بحيث لا تنصهر فتيلة المصباح علمًا بأنها لا تتحمل تيار فعال أكبر من 4 A [0.125 H]

****

(١٥) ملف حث معامل حثه الذاتى 2 H وصل على التوالى مع مقاومة 1950 Ω ومصدر تيار متردد تردده $\frac{500}{\pi}Hz$ فكانت زاوية الطور بين التيار والجهد 45^o ، احسب المقاومة الأومية للملف . [50 Ω]

****

(١٦) ملف حث (مهمل المقاومة الأومية) اتصل على التوالى بأميتر حرارى ومولد تيار متردد يعطى فرق جهد قدره 220 V فكانت قراءة الأميتر 2.2 A فإذا كانت النسبة بين فرق الجهد بين طرفى الأميتر وفرق الجهد بين طرفى الملف هى 7 : 24 على الترتيب ، فاحسب : ❶ مقاومة الأميتر . ❷ المفاعلة الحثية للملف . ❸ الحث الذاتى للملف (إذا علمت أن التردد الزاوى (2πf = 400 Hz) [28 Ω – 96 Ω – 0.24 H]

****

ثانيا : المعاوقة فى دائرة تحتوى على مكثف ومقاومة أومية

(١٧) دائرة تتكون من مكثف سعته 2 μF ومقاومة 100 Ω متصلة على التوالى بمصدر للتيار المتردد قوته الدافعة 12 V وتردده 50 Hz ، احسب :
❶ المفاعلة السعوية للمكثف . ❷ المعاوقة الكلية . ❸ التيار المار فى الدائرة .
❹ فرق الجهد عبر المكثف . ❺ زاوية الطور .
[1590.91 Ω , 1594.05 Ω , 7.53×10^{-3} A , 11.98 V , - 86.4^o]

(١٨) مكثف مقدار سعته 120 μF موصل مع مقاومة مقدارها 20 Ω ويغذى الدائرة مصدر جهد 220 V وتردد 50 Hz احسب ❶ مقدار الممانعة Z ❷ مقدار التيار فى الدائرة . ❸ فرق الجهد بين طرفى المقاومة . ❹ فرق الجهد بين طرفى المكثف .
[33.2 Ω – 6.62 – 132.5 V – 175.6 V]

****

(١٩) مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربية 200 V وتردده 50 Hz متصل مع مصباح قدرته 5 W وفرق الجهد عبره 20 V ومكثف على التوالى ، أوجد سعة المكثف اللازمة لكى يعمل المصباح .
[3.997×10^{-6} F]

****

(٢٠) ✍ مصدر متردد قوته الدافعة الكهربية 200 V ، وتردده 50 Hz وصل على التوالى مع مكثف مهمل المقاومة سعته $\frac{100}{3\pi}\mu F$ ومصباح مكتوب عليه (25 W – 100 V) فهل يضئ المصباح أم تنصهر فتيلة المصباح وينطفئ ؟ برهن لما تقول . **[تنصهر فتيلة المصباح لأن شدة التيار المار فيه = 0.4 A وهى أكبر مما تتحمله الفتيلة حيث انها لا تتحمل تيار أقصى شدة له 0.25 A]**

****

(٢١) دائرة كهربية تتكون من مكثف سعته 5 μF ومقاومة 50 Ω متصلة على التوالى بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربية 120 V وتردده 60 Hz ، احسب ❶ المعاوقة الكلية . ❷ زاوية الطور بين التيار والجهد الكلى .
[532.65 Ω , - 84.6°]

****

(٢٢) ✍ مصدر للتيار المتردد تردده $\frac{100}{\pi}Hz$ وفرق الجهد الفعال بين قطبيه 20 V وصل على التوالى مع مقاومة أومية مقدارها 3 Ω ومكثف سعته 1250 μF احسب ❶ المفاعلة السعوية للمكثف . ❷ شدة التيار المار في الدائرة . ❸ كمية الشحنة المختزنة على أحد لوحى المكثف .
[4 Ω , 4 A , 0.025 C]

****

(٢٣) **من الدائرة الموضحة ، احسب :**
قيمة المقاومة R إذا كانت شدة التيار الفعال المار فى الدائرة هى 0.02 A
[9872.64 Ω]

R
2μF
أميتر حرارى
A
V = 200 V
f = 50 Hz

****

(٢٤) **من الدائرة الموضحة ، احسب :**
قيمة سعة المكثف التى يكون عندها :
❶ التيار المار هو 0.25 A
❷ زاوية الطور بين التيار والجهد الكلى 45°
[1.53×10^{-6} F , 2.65×10^{-6} F]

R = 1000 Ω
V = 500 V
f = 60 Hz

****

(٢٥) **فى الدائرة الموضحة :**
إذا كان التيار الفعال المار فى الدائرة فى حالة فتح المفتاح K هو 0.01 A
احسب التيار الفعال فى حالة غلق المفتاح K
[5×10^{-3} A]

K
C
R = 500 Ω
C
A
أميتر حرارى
V = 200 V
f = 50 Hz

****

(٢٦) فى الدائرة الموضحة :
إذا كانت زاوية الطور بين التيار والجهد هى 45° ،
احسب زاوية الطور بينهما عندما :
❶ يوصل المكثف بمكثف آخر على التوالى سعته C
❷ توصل المقاومة بمقاومة أخرى على التوالى مقدارها R
[- 63.4° , - 26.57°]

R
C
f ،V

****

(٢٧) ادمج مكثفان (A , B) على التوالى مع مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربية 200 V فإذا علمت أن فرق الجهد بين طرفى المكثف (A) 120 V . فأوجد فرق الجهد بين طرفى المكثف (B) . وإذا استبدل المكثف (B) بمقاومة مناسبة بحيث ظلت القيمة الفعالة لشدة التيار ثابتة ، فأوجد فرق الجهد بين طرفى المقاومة . **[80 V , 160 V]**

****

ثالثا : المعاوقة فى دائرة تحتوى على ملف حث ومكثف ومقاومة أومية

(٢٨) مصدر متردد جهده الفعال 50 V وتردده $\frac{500}{\pi} Hz$ متصل على التوالى بمقاومة 300 Ω وملف مهمل المقاومة الأومية ومعامل حثه الذاتى 0.9 H ومكثف سعته 2 μF ، احسب :

❶ معاوقة الدائرة . ❷ شدة التيار المار فى الدائرة . **[500 Ω , 0.1 A]**

****

(٢٩) وصل ملف حثه الذاتى 0.06 H بمكثف سعته 5 μF على التوالى ومولد تيار متردد تردده 400 Hz يعطى فرقًا فى الجهد بين طرفيه 30 V فإذا كانت مقاومة الدائرة 90 Ω أوجد ❶ المفاعلة الحثية للملف والمفاعلة السعوية للمكثف .
❷ معاوقة الدائرة . ❸ شدة التيار . ❹ زاوية الطور بين التيار والجهد الكلى .

[150.86 Ω , 79.55 Ω , 114.8 Ω , 0.26 A , 38.4°]

****

(٣٠) دائرة تتكون من مقاومة 15 Ω وملف حثه الذاتى 0.08 H ومكثف سعته 30 μF متصلة جميعًا على التوالى مع مصدر تيار متردد والجهد المستعمل سرعته الزاوية $500 rad.s^{-1}$ هل التيار يتقدم أم تأخر عن الجهد المستخدم ، وما قيمة الزاوية ؟ **[- 60.65°]**

****

(٣١) مقاومة 12 Ω وملف حث عديم المقاومة معامل حثه الذاتى 0.15 H ومكثف سعته 100μF متصلة على التوالى مع مصدر تيار متردد 100 V وتردده 50 Hz ، احسب :

❶ المعاوقة الكلية للدائرة . ❷ شدة التيار المار بالدائرة.
❸ الجهد عبر كل من مكونات الدائرة. ❹ الفرق فى الطور بين الجهد الكلى والتيار .

[19.46 Ω , 5.14 A , 61.65 V , 242.2 V , 163.47 V , 51.93°]

****

(٣٢) مقاومة 6 Ω ومكثف مفاعلته السعوية 80 Ω وملف حث معامل حثه الذاتى 0.28 H متصلة على التوالى بمصدر جهد 20 V وتردده 50 Hz ، احسب :

❶ فرق الجهد بين طرفى المكثف . ❷ زاوية الطور . ❸ القيمة العظمى لشدة التيار المار فى الدائرة .

[160 V , 53.13° , 2.83 A]

****

(٣٣) **من الدائرة الكهربية الموضحة ، أوجد :**



❶ المعاوقة الكلية للدائرة .
❷ شدة التيار المار بالدائرة .
❸ قراءة كل من الفولتميترات الأربعة .

[5 Ω , 4 A , 12 V , 80 V , 64 V , 16 V]

****

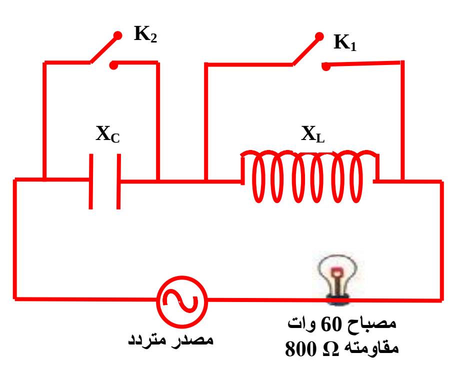
(٣٤) مولد كهربى ملفه يتكون من 500 لفة مساحة مقطع كل منها $\frac{7}{11} m^2$ موضوع فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 5×10^{-4} T يدور بتردد 50 Hz وصل طرفاه على التوالى بمكثف مفاعلته السعوية 110 Ω وملف حث مفاعلته الحثية 80 Ω ومقاومته الأومية 40 Ω ، احسب مع إهمال المقاومة الداخلية للمولد :

❶ النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة المتولدة فى ملف الحث .
❷ القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد فى الدائرة . **[50 V , 0.707 A]**

****

(٣٥) فى الدائرة الموضحة بالشكل مصدر كهربى متردد تردده 50 Hz وقوته الدافعة الكهربية 220 V ومكثف سعته 4 μF وملف حثه الذاتى 2.530977 H

❶ احسب المفاعلة السعوية .
❷ احسب المفاعلة الحثية .
❸ ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند غلق K_1 فقط ؟ وما المعاوقة ؟
❹ ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند غلق K_2 فقط ؟ وما المعاوقة ؟
❺ ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند غلق K_1 , K_2 ؟ وما المعاوقة ؟
❻ ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند فتح K_1 , K_2 ؟ وما المعاوقة ؟



[795.45 Ω , 795.45 Ω , 1128.16 Ω , 1128.16 Ω , 800 Ω]

****

(٣٦) مصدر تيار متردد تردده 50 Hz يتصل على التوالى مع ملف حث مفاعلته 318.18 Ω ، ومكثف (C_1) سعته 5 μF ، ومقاومة أومية 15 Ω (أعتبر أن π = 3.14) ❶ أوجد زاوية الطور بين الجهد الكلى والتيار فى الدائرة . ❷ احسب سعة المكثف (C_2) الذى يجب توصيله مع المكثف (C_1) ليصبح فرق الطور بين الجهد الكلى والتيار فى الدائرة = صفر ، وحدد طريقة توصيل المكثفين معًا .
[- 87.3° ، يتم توصيل مكثف سعته 5 μF على التوالى]

****

(٣٧) دائرة تتكون من مكثف مفاعلته 30 Ω ومقاومة 44 Ω وملف مفاعلته الحثية 90 Ω ومقاومته 36 Ω متصلة على التوالى مع مصدر تيار متردد تردده 60 Hz وجهده 200 V . احسب :
❶ تيار الدائرة . ❷ فرق الجهد عبر كل عنصر فى الدائرة .
[2 A , 88 V , 193.87 V , 60 V]

****

(٣٨) ملف معامل الحث الذاتى له $\frac{7}{220}H$ ومقاومته الأومية 4 Ω يتصل على التوالى بمكثف مفاعلته السعوية 5 Ω وبمقاومة أومية يمكن تغيير قيمتها ويتصل طرفا المجموعة بمصدر كهربى متردد قوته الدافعة 13 V وتردده 50 Hz فإذا كانت شدة التيار المار فى الملف يجب الا تزيد عن 1 A فاحسب اقل قيمة للمقاومة الأومية المتصلة على التوالى فى الدائرة والتى يجب استخدامها بأمان في هذه الدائرة ، بفرض إهمال المقاومة الداخلية للمصدر .
[8 Ω]

****

(٣٩) **فى الدائرة الموضحة :**
❶ معاوقة الدائرة .
❷ شدة التيار المار .
❸ معامل القدرة .
❹ القدرة فى الدائرة .

V_C V_L V_R
C = 30 μF R = 30 Ω L = 0.5 H
220 V – 50 Hz

[59.24 Ω – 3.7 A – 0.5 – 413.7 Watt]

****

رابعا : دوائر الرنين

(٤٠) أوجد تردد دائرة الرنين لدائرة استقبال لاسلكية تحتوى على ملف حث معامل حثه الذاتى 2 μH ومكثف سعته 8 μH
[39.77×10^3 Hz]

****

(٤١) أوجد تردد الرنين لدائرة تحتوى على ملف حث معامل حثه الذاتى 50 μH ومكثف سعته 500 pF
[1006179.3 Hz]

****

(٤٢) سلك تلغراف طوله 200 km سعته مع الأرض 0.014 μF لكل كيلو متر يحمل تيار متردد تردده 5000 Hz ، أوجد معامل الحث بملف تحميل لكى تكون المعاوقة أقل ما يمكن .
[3.6×10^{-4} H]

****

(٤٣) تتكون دائرة رنين فى جهاز الاستقبال من ملف حث 10 mH ومكثف متغير السعة ومقاومة مقدارها 50 Ω وعندما تصطدم بها موجات لاسلكية ذات تردد 980 kHz يتولد عبر الدائرة فرق جهد 10^{-4} V ، أوجد قيمة السعة اللازمة فى حالة الرنين وشدة التيار فى هذه الحالة .
[2.635×10^{-12} F , 2×10^{-6} A]

(٤٤) دائرة رنين تتكون من مكثف سعته 30 μF وملف حث ، تستقبل موجة ترددها 750 kHz فإذا استبدل الملف بآخر معامل حثه الذاتى خمسة أمثال معامل الحث الذاتى للملف الأول وزادت سعة المكثف بمقدار 32 μF ، احسب تردد الموجة التى يمكن استقبالها ، وكذلك طول موجتها ، ثم احسب معامل الحث الذاتى للملف فى كل حالة . (سرعة الموجات الكهرومغناطيسية 3×10^8 m/s) **[233 KHz , 1.2 Km , 1.5×10^{-9} H , 7.5×10^{-9} H]**

****

(٤٥) دائرة رنين ترددها 6×10^5 Hz وسعة المكثف بها 50 μF استبدل ملف الدائرة بملف آخر حثه الذاتى ستة أمثال الحث الذاتى للملف الأول وزادت سعة المكثف بمقدار 25 μF ، احسب تردد الدائرة فى هذه الحالة . **[2×10^5 Hz]**

****

(٤٦) تذيع أحد المحطات الاذاعية برامجها على موجه طولها الموجى 600 m . احسب سعة المكثف اللازم توصيله مع ملف حثه الذاتى 5×10^{-4} H لتكوين دائرة تستقبل بها موجات هذه المحطة (أعتبر $\pi^2 = 10$ ، سرعة الموجات اللاسلكية = سرعة الضوء = 3×10^8 m/s) **[2×10^{-10} F]**

****

(٤٧) فى دائرة التيار المتردد الموضحة بالشكل كان فرق الجهد بين لوحى المكثف = فرق الجهد بين طرفي الملف = 22 V فإذا علمت أن تردد المصدر المستخدم 50 Hz ، احسب ❶ معامل الحث الذاتى للملف .
❷ شدة التيار المار فى الدائرة .
❸ emf للمصدر المتردد . **[0.1 H , 0.7 A , 35 V]**

R = 50 Ω ، L ، $C = \frac{1000}{\pi^2} \mu F$

****

(٤٨) محطة إذاعية تبث إرسالها عند تردد 750 kHz ، احسب الطول الموجى لأمواج الراديو . ثم احسب قيمة الحث الذاتى للملف المتصل على التوالى مع مكثف سعته 15 pF لكى يحدث منها رنين مع هذا التردد (سرعة الضوء 3×10^8 m/s) **[400 m – 0.003 H]**

****

(٤٩) ملف حث معامل حثه الذاتى 0.08 H ومقاومته 30 Ω متصل بمصدر تيار متردد 10 V تردده 80 Hz ، أوجد شدة التيار المار عبر الملف وزاوية الطور ، كيف يمكنك جعل زاوية الطور تنقص الى الصفر بدون تغيير قيمة التيار المار عبر الملف عندما تعمل الدائرة بنفس مصدر الجهد المتردد ؟ **[0.2 A , 53.3^o , 49.43 μF , 20.18 Ω]**

****

(٥٠) مكثف سعته 0.4 μF وملف معامل حثه 0.4 H ومقاومة قدرها 10 Ω ومصباح متصلة جميعًا على التوالى مع مصدر جهد متردد 0.01 V ، احسب : ❶ تردد الرنين . ❷ النهاية العظمى للتيار .
❸ الجهد عبر C عند الرنين (مع إهمال مقاومة المصباح) **[397.7 Hz , 1.41×10^{-3} A , 1 V]**

****

(٥١) وصلت مقاومة قيمتها 20 Ω وملف حث معامل حثه الذاتى 5 mH ومكثف على التوالى مع مصدر متردد قوته الدافعة 200 V وتردده 49 Hz فاتفق التيار مع فرق الجهد الكلى فى الطور ، احسب كل من مفاعلة المكثف وشدة التيار المار فى الدائرة . **[1.54 Ω , 10 A]**

****

(٥٢) مقاومة 20 Ω ومكثف سعته 10 μF وملف حث متصلة جميعًا على التوالى مع مصدر تيار متردد 200 V وتردده 50 Hz فاتفق التيار مع فرق الجهد فى الطور ، احسب :
❶ مفاعلة المكثف . ❷ مفاعلة الملف .
❸ شدة التيار المار بالدائرة . ❹ معامل الحث الذاتى للملف . **[318.18 Ω , 318.18 Ω , 10 A , 1 H]**

****

(٥٣) دائرة كهربية مكونة من ملف مفاعلته الحثية 250 Ω متصل على التوالى بمقاومة قيمتها 100 Ω ومكثف متغير السعة ومصدر للتيار المتردد قوته الدافعة الكهربية 200 V وتردده $\frac{1000}{44}$ Hz فوصلت شدة التيار المار فى الدائرة الى أكبر قيمة لها ، أوجد : ❶ سعة المكثف التى جعلت شدة التيار أكبر قيمة .
❷ فرق الجهد بين طرفى الملف والمكثف فى هذه الحالة . **[28×10^{-6} F , 500 V]**

****

(٥٤) دائرة رنين تتكون من مقاومة 100 Ω وملف مفاعلته الحثية 125 Ω ومكثف سعته C متصلة معًا على التوالى بمصدر متردد جهده 220 V وتردده $\frac{280}{11}$ Hz ، احسب : ❶ قيمة C التى تجعل شدة التيار المار فى الدائرة نهاية عظمى

❷ فرق الجهد بين طرفى كل من الملف والمكثف . [5×10^{-5} F , 275 V , 275 V]

****

(٥٥) دائرة تشمل مقاومة 4 Ω وملف حث معامل حثه الذاتى 0.5 H ومكثف متغير السعة متصلة على التوالى مع مصدر تيار متردد 100 V وتردده 50 Hz ، احسب : ❶ سعة المكثف التى تؤدى الى حالة الرنين . [2.02×10^{-5} F]
❷ شدة التيار المار فى الدائرة . [25 A]
❸ الجهد عبر كل من الملف والمكثف فى هذه الحالة . [3928.57 V , 3928.57 V]

****

(٥٦) دائرة كهربية تتكون من مصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة 100 V وتردده 50 Hz يتصل به على التوالى مقاومة قيمتها 25 Ω وملف حث ومكثف سعته 100 μF فاتفق التيار مع فرق الجهد فى الطور ، احسب :
❶ مفاعلة الملف . ❷ شدة التيار . ❸ زاوية الطور فى هذه الحالة . [31.82 Ω , 4 A , 0^o]

****

(٥٧) مستخدمًا الدائرة الكهربية الموضحة والبيانات المعطاة ، أوجد :
قراءة كل من الفولتميترات الأربعة .

[100 V , 50 V , 50 V , 0]

****

(٥٨) دائرة إرسال لاسلكية تحتوى على دائرة مهتزة مكونة من ملف حث معامل حثه الذاتى $\frac{49}{121} mH$ ومكثف فرق الجهد بين لوحيه 9 V عندما يحمل أحد لوحيه شحنة مقدارها 36 mC ، احسب :
❶ تردد الدائرة المهتزة . ❷ مفاعلة كل من الملف والمكثف . [$125Hz, \frac{7}{22}\Omega, \frac{7}{22}\Omega$]

****

(٥٩) دائرة تيار متردد تتكون من مصدر تردده 50 Hz ومكثف كهربى سعته $\frac{700}{22} \mu F$ ومقاومة أومية 50 Ω وملف حث مقاومته الأومية مهملة وكلها موصلة على التوالى تم قياس فرق الجهد بين أجزاء الدائرة فوجد أن فرق الجهد على المكثف يساوى فرق الجهد على ملف الحث = 20 V ، أوجد :
❶ معامل الحث الذاتى للملف . ❷ شدة التيار الكهربى المار فى الدائرة .
❸ النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربية للمنبع . ❹ زاوية الطور بين فرق الجهد والتيار فى هذه الدائرة .

[$\frac{7}{22} H, 0.2A, 14.14V, 0^o$]

****

(٦٠) ارسم دائرة كهربية تحتوى على مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربية 220 V ومكثف مفاعلته السعوية 800 Ω وملف مفاعلته الحثية 800 Ω ومصباح كهربى مقاومته 600 Ω ومفتاح وجميعها متصلة على التوالى ، احسب شدة التيار المار فى كل من الحالات الآتية :
❶ عند غلق الدائرة . ❷ عند رفع المكثف فقط من الدائرة .
❸ عند رفع الملف فقط من الدائرة . ❹ عند رفع المكثف والملف من الدائرة .
وماذا تستنتج من النتائج ؟ [$\frac{11}{30} A, 0.22A, 0.22A, \frac{11}{30} A$]

****

(٦١) دائرة مكونة من مكثف مفاعلته السعوية 160 Ω وملف حثه الذاتى 0.28 H ومقاومته الأومية مهملة ، وسلك طوله 12 m ومساحة مقطعه $7\ cm^2$ ومقاومته النوعية 35×10^{-5} Ω.m كلها موصلة على التوالى مع مصدر تردده 50 Hz والقيمة الفعالة لقوته الدافعة 20 V ، احسب : ❶ المعاوقة الكلية فى الدائرة . ❷ شدة التيار المار فى الدائرة .
❸ فرق الجهد بين طرفى كل من المكثف والملف . ❹ القيمة العظمى لشدة التيار الذى يمكن أن يمر فى الدائرة بتغيير سعة المكثف .
[72.25 Ω , 0.28 A , 44.29 V , 24.36 V , 3.33 A]

(٦٢) ملف حلزونى عندما اتصل طرفاه بمصدر تيار مستمر قوته الدافعة الكهربية 12 V مر فى الدائرة تيار شدته 1 A وعندما استبدل هذا المصدر بمصدر تيار متردد القيمة الفعالة لجهده مساوية لجهد المصدر المستمر وتردد 50 Hz مر فى الدائرة تيار شدته 0.6 A وعندما اتصل مكثف مع الملف على التوالى فى هذه الدائرة عادت شدة التيار الى قيمتها السابقة فى دائرة الجهد المستمر (مع إهمال المقاومة الداخلية للمصدرين) ، احسب :

❶ الحث الذاتى للملف . ❷ سعة المكثف . ❸ فرق الطور بين التيار والجهد فى دائرة التيار المتردد الأخيرة .

[0.051 H , 1.99×10^{-4} F , 0^o]

****

(٦٣) وصلت بطارية قوتها الدافعة الكهربية 12 V على التوالى مع ملف حث فكانت شدة التيار المار بالدائرة 2 A فإذا استبدلت البطارية بمصدر تيار متردد القيمة الفعالة لجهده 12 V فكانت شدة التيار المار فى هذه الحالة 1.2 A وعند إدخال مكثف على التوالى مع الملف فى الدائرة الثانية عادت شدة التيار لقيمتها فى الدائرة الأولى (مع إهمال المقاومة الداخلية لمصدرى الجهد) ، احسب :

❶ مقاومة الملف الأومية . ❷ المفاعلة الحثية للملف .

❸ هل الدائرة الأخيرة المكونة من مصدر التيار المتردد والملف والمكثف فى حالة رنين ؟ ولماذا ؟

[6 Ω , 8 Ω , 2 A الدائرة فى حالة رنين لأن التيار شدته أكبر ما يمكن]

****

(٦٤) فى الدائرة الموضحة بالشكل

R = 8 Ω X_L = 6 Ω X_C = 12 Ω   A   B   C   D   100 V

إذا كانت شدة التيار = 5 A وتردد المصدر 60 Hz احسب :

❶ فرق الجهد بين : AB – BC – CD – AD

❷ الفرق فى الطور بين الجهد والتيار .

❸ القدرة المستهلكة فى الدائرة .

❹ تردد الرنين .

[40 V , 30 V , 60 V , 50 V , 36.8^o , 200 W , 84.8 Hz]

****

(٦٥) فى الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل ، عندما تكون شدة التيار المار فيها أكبر ما يمكن احسب كل من

R = 100 Ω   L   C = 100 μF $f = \frac{100}{\pi}$ Hz , V_{max} = 100 V

❶ الحث الذاتى للملف .

❷ المعاوقة الكلية للدائرة .

❸ شدة التيار المار في الدائرة .

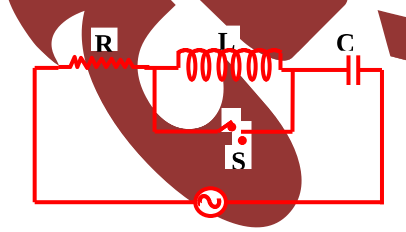
❹ القدرة المستنفذة فى الدائرة . **[0.25 H – 100 Ω – 0.707 A – 50 W]**

****

(٦٦) دائرة تحتوى على ملف حث ذاتى 0.04 H ومكثف سعته 25 μF ومقاومة 1 Ω متصلة على التوالى بمصدر جهد متردد قدره 30 V وتردده يساوى التردد الذاتى للدائرة التى تعتبر فى هذه الحالة فى حالة رنين . احسب فرق الجهد عبر الملف وعبر المكثف ، وماذا تستنتج من هذه المسألة ؟ **[159 Hz , 1200 V , 1200 V]**

[يلاحظ أن هناك تكبير لفرق الجهد عبر كل من المف والمكثف ما يفيد فى دوائر الرنين فى أجهزة الاستقبال]

****



(٦٧) في الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل ، دائرة تيار متردد تحتوى على ملف ومقاومة ومكثف متصلة معًا على التوالى ، فإذا كانت القيمة الفعالة لفرق الجهد عبر كل من الملف والمقاومة والمكثف 50 V وكان القيمة الفعالة للتيار فى الدائرة 2 A احسب كل مما يأتى عند غلق المفتاح S : ❶ المعاوقة الكلية للدائرة . ❷ القيمة العظمى لفرق الجهد عبر المكثف . ❸ القدرة المستنفذة على هيئة حرارة فى الدائرة .

****

(٦٨) مقاومة وملف ومكثف متصلة معًا على التوالى وكان الجهد المستعمل والتيار المار عند أى لحظة يعطى بالعلاقة :

$$V = 141.4 \cos (300t – 10^o) \quad \text{volt}$$

$$I = 5 \cos (3000t – 55^o) \quad \text{Amperes}$$

فإذا كان حث الملف = 0.01 H فاحسب قيم المقاومة والسعة . **[20 Ω – 3.33×10^{-5} F]**

****

(٦٩) دائرة على التوالى تتكون من عنصرين نقيين وكان التيار والجهد المستعمل هو :

V = 200 sin (200 t + 50^o) Volt
I = 4 cos (2000 t – 13.2^o) Ampere

ما هى العناصر المستخدمة فى الدائرة ؟ وما قيمة كل منهما ؟ **[مقاومة أومية ومكثف ، 30 Ω , 12.5 μF]**

****

(٧٠) وصلت دائرة مكونة من مقاومة أومية قدرها 20 Ω وملف حث عديم المقاومة معامل حثه الذاتى $\frac{7}{44}H$ ومكثف سعته $\frac{7}{11}\mu F$ بمصدر للتيار المتردد تردده متغير وجهده 200 V على التوالى ❶ اكمل الجدول التالى :

f (Hz)	X_L	X_C	$X_L - X_C$	Z	I
100					
200					
300					
400					
500					
1000					
1250					

❷ ارسم العلاقة البيانية بين تردد (f) وكلا من Z , X_C , X_L , I

❸ فى أى حالة نحصل على حالة الرنين ؟ وكم تكون مقاومة الدائرة حينئذ .

[نحصل على حالة الرنين عندما $X_L = X_C = 500\ \Omega$ وعندئذ تكون $Z = 20\ \Omega$]

****

ثالثا : العلاقات البيانية

(٧١) أدمج ملف حث مقاومته الأومية 4 Ω فى دائرة كهربية مع مصدر تيار متردد يمكن تغيير تردده (f هيرتز) وبمعلومية فرق الجهد وشدة التيار المار فى الدائرة أمكن حساب المفاعلة الحثية (X_L أوم) للملف لكل تردد (f) وسجلت النتائج كالآتى :

f (Hz)	7	14	21	28	35	42	b
X_L (Ω)	4.4	8.8	13.2	17.6	a	26.4	30.8

❶ ارسم العلاقة البيانية بين التردد (f) بالهيرتز على المحور الأفقي ، المفاعلة الحثية للملف (X_L) على المحور الرأسي .

❷ من الرسم البيانى أوجد: أ- قيمة كل من a ، b ب- الحث الذاتى للملف (L)

جـ- سعة المكثف الذى إذا وصل فى الدائرة الكهربية مع هذا الملف يجعلها فى حالة رنين عندما تكون المفاعلة الحثية للملف 30.8 أوم . **[22 Ω , 49 Hz , 0.1 H , 1.05 × 10^{-4} F]**

****

(٧٢)وصل مكثف ثابت السعة على التوالى بملف يمكن تغير معامل حثه الذاتى ومصدر تيار متردد ، الجدول التالى يوضح العلاقة بين معامل الحث الذاتى للملف ومربع قيمة التردد الذى يسبب حالة الرنين فى الدائرة :

f^2 (Hz)^2	12000	6000	4000	3000	2000	1200
L (H)	0.2	0.4	0.6	0.8	a	2

❶ ارسم العلاقة البيانية بين مربع تردد الرنين (f^2) على المحور الرأسى ، مقلوب معامل للملف ($\frac{1}{L}$) على المحور الأفقى .

❷ من الرسم أوجد:

أ- قيمة a **[1.2 H]**

ب- قيمة سعة المكثف . **[1.05 × 10^{-5} F]**

****

الفصل الخامس

إزدواجية الموجة والجسيم

◈ ☜ يندرج كل ما درسناه فى الفصول السابقة تحت ما يسمى **الفيزياء الكلاسيكية** .

◈ ☜ هناك فرع أخر للفيزياء يطلق عليه **فيزياء الكم** ، ويتعامل هذا الفرع مع :



❶ الظواهر العلمية التي لا نراها بصورة مباشرة .
❷ الظواهر الإلكترونية التى هي أساس نظم الإلكترونيات والاتصالات الحديثة .
❸ التفاعلات الكيميائية على مستوى الجزئ والتي تمكن العالم أحمد زويل من تصوير بعضها باستخدام كاميرا الليزر فائقة السرعة بما آهله للفوز بجائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٩٩ م .
❹ العديد من آثار الكون التي لا تستطيع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها وخاصة عند التعامل على المستوى الذري أو دون الذري .

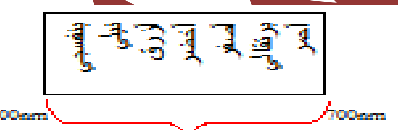
الفيزياء الكلاسيكية

" الفيزياء التى تمكننا من تفسير مشاهداتنا اليومية والتجارب العادية مثل دراستنا للموجات كالصوت والضوء والحرارة والكهرباء ودراسة خصائصها ".

فيزياء الكم

" الفيزياء التى تمكننا من دراسة وتفسير ظواهر لا نراها بصورة مباشرة خاصة عند التعامل على المستوى الذرى مثل دراسة الأطياف الذرية والظواهر الإلكترونية أو على مستوى الجزئ مثل دراسة التفاعلات الكيميائية ".

الطيف (الإشعاع) الكهرومغناطيسى



400nm — 700nm

أشعة جاما γ-Rays	أشعة أكس x-Rays	الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet	الضوء المرئي Visible light	الموجات تحت الحمراء Infrared	الموجات الدقيقة microwaves	التلفزيون TV	الراديو Radio

يقل الطول الموجي
يزداد التردد
تزداد الطاقة

من الشكل السابق نلاحظ أن :

◈ ☜ يوجد أنواع مختلفة من الأشعة الكهرومغناطيسية التى تختلف عن بعضها في التردد والطول الموجي .

◈ ☜ الضوء المرئي جزء محدود من الطيف الكهرومغناطيسي ويتمتع بالخصائص الآتية :

❶ الانعكاس و الانكسار والتداخل والحيود .
❷ لا يحتاج وسط مادي لانتشاره .
❸ ينتشر بسرعة ثابتة في الفراغ ($C = 3\times10^{8}$ m/s).



الاجسام التى تشع إشعاع كهرومغناطيسى

❶ أجسام متوهجة وغير متوهجة
❷ أجسام تمتص وتشع
❸ كائنات حية

١- الاجسام المتوهجة والاجسام غير المتوهجة

الأجسام المتوهجة

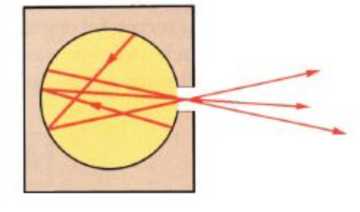
أجسام يصدر منها إشعاع ضوئى و إشعاع حرارى

(مثل الشمس – النجوم – قطعة الفحم المتقدة – فتيلة المصباح ....)

الاجسام غير المتوهجة

أجسام يكون غالبية الإشعاع الصادر منها إشعاع حرارى (مثل الأرض)

٢- اجسام تمتص وتشع (الجسم الأسود)



باعث مثالى
ما يخرج من التجويف خلال الثقب جزء يسير يسمى إشعاع الجسم الاسود

ممتص مثالى
ما يسقط داخل التجويف لا يخرج فيبدو أسود

◈ ☜ الجسم الأسود هو جسم غير موجود في الطبيعة ولكن يمكن تشبيهه بتجويف مغلق به ثقب صغير و ما بداخل هذا التجويف يبدو أسود **وذلك لأن :**

❶ معظم الإشعاع يظل محصورًا بداخل التجويف من كثرة الانعكاسات .

❷ الجزء الأكبر من الأشعة يمتص ولا يخرج إلا جزء صغير وهو ما يطلق عليه إشعاع الجسم الأسود .

تم الاستفادة من دراسة الاشعاع الصادر من هذه الاجسام كالتالى

تستخدم يمكن تصوير سطح الأرض باستخدام مناطق الطيف المختلفة الصادرة (الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض - الضوء المرئي - الموجات الميكرو مترية المستخدمة في الرادار) عن طريق أقمار صناعية وأجهزة قياس محمولة جوا ً وأجهزة أرضية ثم يقوم العلماء بتحليل هذه الصور واستخدامها في تحديد مناطق الثروات الطبيعية .

٣- الكائنات الحية

❶ تستخدم في التطبيقات العسكرية حيث يمكن رؤية الأجسام المتحركة في الظلام واضحة بفعل ما تشعه هذه الأجسام من إشعاع حراري وذلك باستخدام أجهزة الرؤية الليلية

❷في الطب حيث يستخدم التصوير الحراري في الكشف عن الأورام والأجنة

❸في مجال اكتشاف الادلة الجنائية حيث وجد ان الإشعاع الحراري الصادر من الشخص يبقى لفترة من الوقت حتى بعد انصراف هذا الشخص وتسمى هذه التقنية (الإستشعار عن بعد)

◈ ☜ **سندرس فى هذا الفصل بعض الظواهر التى لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسيرها ولكن تم تفسيرها عن طريق فيزياء الكم ، ومنها :**

❶ إشعاع الجسم الأسود . ❷ التأثير الكهروضوئي والانبعاث الحرارى . ❸ ظاهرة كومتون .

اولا : إشعاع الجسم الأسود

الجسم الأسود

" جسم يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة (ممتص مثالي) ثم يعيد إشعاعها مرة أخرى (أي أنه باعث مثالي) "

العلاقة بين شدة الإشعاع والطول الموجي (منحنى بلانك)

منحنى بلانك

" هو منحنى يوضح العلاقة البيانية بين شدة الإشعاع والطول الموجي للطيف المنبعث من جسم ساخن "

الأشعة فوق البنفسجية
الضوء المرئى
الأشعة تحت الحمراء
شدة الاشعاع
λ_m
6000°K
5000°K
4000°K
0 500 1000 1500 2000
الطول الموجى (nm)

☜ **وصف منحنى بلانك :**

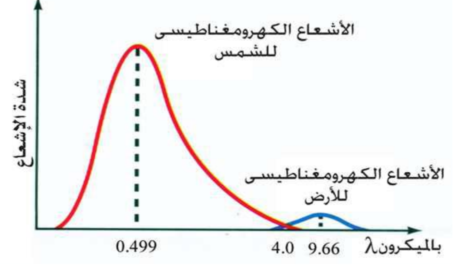
❶ عند الأطوال الموجية الطويلة والقصيرة جدًا تقترب شدة الإشعاع من الصفر .

❷ عند قيمة معينة من الطول الموجى (λ_m) تصل شدة الإشعاع الى قيمة عظمى .

❸ عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد الشدة الكلية للإشعاع (يرتفع مستوى المنحنى) ويقل الطول الموجى (λ_m) الذى يقابل أقصى شدة إشعاع .

❹ يتكرر هذا المنحنى مع كل الأجسام الساخنة التى تشع طيفًا متصلاً للإشعاع . فمثلاً :

	الإشعاع الصادر من الشمس	الإشعاع الصادر من المصباح المتوهج
درجة الحرارة	6000K	3000K
شدة الإشعاع العظمى (قمة المنحنى) تقع	فى نطاق الضوء المرئى	فى نطاق الأشعة تحت الحمراء
أقصى طول موجى	λ_{max} = 500 nm = 0.5 μm	λ_{max} = 1000 nm = 1 μm
لذا فانه	❶ حوالي 40% من الطاقة الإشعاعية للشمس تتكون من ضوء مرئي . ❷ 50% في منطقة الأشعة تحت الحمراء (إشعاع حرارى) ❸ باقي الإشعاع يقع في باقي مناطق الطيف .	❶ 80% يكون في صورة حرارة ❷ حوالي 20% من الطاقة الإشعاعية للمصباح ضوء



إشعاع الأرض

❶ درجة حرارة الأرض منخفضة كثيرًا عن درجة حرارة الشمس باعتبارها من الأجسام غير المتوهجة فهى تمتص إشعاع الشمس ثم تشعه مرة أخرى

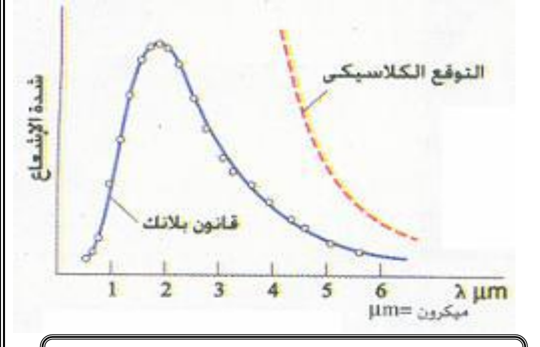
❷ ولذلك تقع قمة منحنى إشعاع الأرض في نطاق الأشعة تحت الحمراء عند طول موجى $\lambda_{max} \approx 1000nm \approx 10\ \mu m$

من المشاهدات السابقة يمكن استنتاج قانون فين

قانون فين

" الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع (λ_m) يتناسب عكسيًا مع درجة الحرارة الكلفينية للمصدر المشع $\lambda_m \alpha \frac{1}{T}$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	الضوء الصادر من المصادر المشعة يكون متغيرا	لأن المصادر المشعة لا تشع كل الأطوال الموجية بنفس المقدار بل تختلف شدة الإشعاع مع الطول الموجي والطول الموجي الذى تكون له أقصى شدة إشعاع يتوقف على درجة حرارة المصدر لذا يتغير الضوء .
٢	يتغير توهج جسم ساخن من الأحمر إلى الأصفر إلى الأزرق بتغير درجة الحرارة	لأنه طبقًا لقانون فين تقل قيمة الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع بزيادة درجة الحرارة فيتحول اللون من الأحمر (طول موجى كبير) الى الأزرق (طول موجى صغير) تدريجيًا .
٣	تقع أقصى شدة إشعاع للإشعاع الصادر من الأرض فى نطاق الأشعة تحت الحمراء.	نظرًا لانخفاض درجة حرارة الأرض فإن الإشعاعات الصادرة منها تكون ذات أطوال موجية كبيرة حسب قانون فين فتكون فى منطقة الأشعة تحت الحمراء غير المرئية .
٤	عدم رؤية الإشعاعات الصادرة من الأرض	



علل ◄ **لم تستطيع الفيزياء الكلاسيكية تفسير منحنيات بلانك**

جـ: لأن الفيزياء الكلاسيكية تعتبر الاشعاع موجات كهرومغناطيسية وبالتالى فإن شدة الإشعاع تزداد بزيادة التردد ولكن منحنيات بلانك توضح أن شدة الإشعاع تكاد تنعدم عند الترددات العالية (الأطوال الموجية القصيرة جدًا) وهو عكس توقعات الفيزياء الكلاسيكية .

فروض بلانك لتفسير ظاهرة إشعاع الجسم الأسود (رأى الفيزياء الحديثة)

❶ الإشعاع الصادر من الجسم المتوهج يتألف من وحدات صغيرة أو دفقات من الطاقة يسمى كل منها الكوانتم (الكم) او فوتون طاقته $E = h\upsilon$ ، (حيث υ : تردد الفوتون ، h : ثابت بلانك الذي يساوي 6.625×10^{-34} J.s)

❷ وهذه الفوتونات تصدر نتيجة تذبذب ذرات الجسم المشع (التأرجح بين حالتي الاثارة والاسترخاء)

❸ و طاقة هذه الذرات المتذبذبة ليست متصلة بل إنها منفصلة عن بعضها وتخرج على شكل كمات (مكمأة) وتأخذ مستويات الطاقة في الذرة قيماً هي : $E = n h \upsilon$

❹ لا يصدر إشعاع من الذرات طالما كانت مستقرة في مستوى واحد للطاقة .

❺ كلما انتقلت الذرة المتذبذبة من مستوى طاقة عال الى مستوى طاقة أقل فإنها تصدر فوتونا طاقته $E = h\upsilon$ وبذلك يوجد نوعان من الفوتونات: أ) فوتونات ذات طاقة عالية إذا كان التردد كبير

ب) فوتونات ذات طاقة منخفضة إذا كان التردد صغير.

❻ وحيث أن الإشعاع الصادر من الجسم يتكون من بلايين من هذه الفوتونات ، فنحن لا تلاحظ هذه الفوتونات منفصلة رغم أن العين قادرة على الإحساس حتى بفوتون واحد ساقط عليها ولكن نلاحظ خواص الإشعاع الصادر ككل ، وهذه الخواص التى تعبر عن فيض الفوتونات هى الخواص الكلاسيكية للموجات .

❼ تتوقف الشدة الضوئية على طاقة الفوتون الواحد وعدد الفوتونات المنبعثة (وبالتالى يزداد وضوح الصورة أو الرؤية).

❽ بزيادة تردد الفوتونات تزداد طاقتها ويقل عددها عند ثبوت الطاقة الكلية أى عند الأطوال الموجية القصيرة جدًا تقل شدة الإشعاع .

****

ثانيا : التأثير الكهروضوئى والانبعاث الحرارى

❶ يحتوي أى معدن على أيونات موجبة وإلكترونات حرة الحركة سالبة.

❷ تستطيع هذه الالكترونات الحرة الحركة داخل المعدن ولكن لا تستطيع أن تغادره بسبب قوى التجاذب التي تجذبها دائمًا نحو الداخل وهو ما يسمى" حاجز جهد السطح "

❸ يمكن لبعض هذه الإلكترونات أن تتحرر وتخرج من المعدن إذا أعطيناها:

a. طاقة حرارية (ويسمى الإنبعاث الأيوني الحراري) مثل أنبوبة أشعة الكاثود

b. طاقة ضوئية (الظاهرة الكهروضوئية) مثل الخلية الكهروضوئية

حاجز جهد السطح

" قوى التجاذب التى تجذب الإلكترونات نحو الداخل وتمنع تحررها من سطح المعدن "

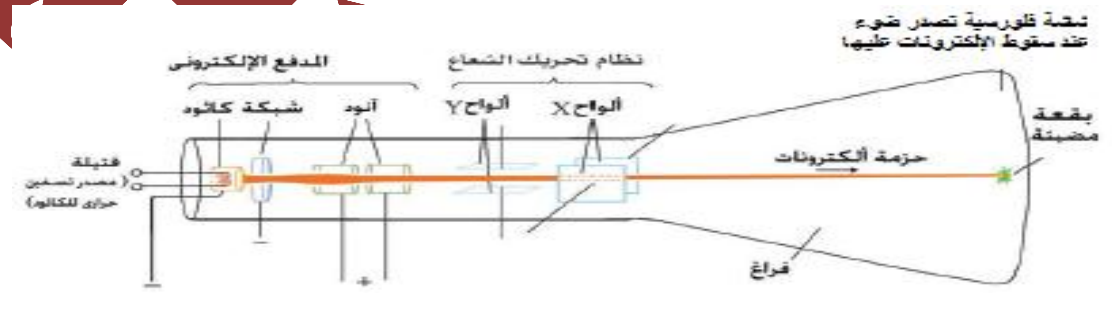
تعريف ظاهرة الإنبعاث الأيوني الحراري

"هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات الحرة من أسطح المعادن نتيجة لتسخينها"

تعريف ظاهرة التأثير الكهروضوئي

"هي ظاهرة انطلاق الإلكترونات من أسطح بعض الفلزات النشطة (الأسطح المعدنية) عند سقوط ضوء تردده مناسب عليها"

أنبوبة أشعة الكاثود



◈ ☜ **الأساس العلمى** :

انطلاق إلكترونات من سطح معدن عند تسخينه (التأثير الكهرو حرارى) .

◈ ☜ **إستخدامها**:

تستخدم في شاشة التليفزيون أو شاشة الكمبيوتر

◈ ☜تركيبها:

❶ المدفع الإلكتروني	و هو يتركب من : ❶ **المهبط (الكاثود) :** هو سطح معدني يتم تسخينه بواسطة فتيلة التسخين فتنطلق منه بعض الإلكترونات بتأثير الحرارة متغلبة على قوى الجذب عند السطح (حاجز جهد السطح) ❷ **الشبكة:** تعترض الشبكة طريق الإلكترونات لذلك فإنها تتحكم في شدة تيار الإلكترونات ❸ **المصعد (الأنود) :** و هو القطب الموجب ويعمل على إلتقاط الإلكترونات التي تنفذ من الشبكة فيمر تيار كهربي في الدائرة الخارجية فتصل هذه الإلكترونات إلى الشاشة
❷ الشاشة	مغطاه بمادة فلورسية عندما تصطدم الإلكترونات بها فإن الشاشة تصدر ضوءاً تختلف شدته من نقطة إلى أخرى حسب شدة الإشارة الكهربية المرسلة
❸ نظام تحريك شعاع الإلكترونات	يمكن تغيير (توجيه) حزمة الإلكترونات بواسطة مجالات كهربية أو مجالات مغناطيسية تصدر عن الألواح (X,Y) فتعمل على تحريك شعاع الإلكترونات بحيث يمسح الشاشة نقطة بنقطة حتى تكتمل الصورة المرسلة على الشاشة

طاقة حركة الإلكترونات (KE)

تتعين من العلاقة :

$$KE = \frac{1}{2} m_e v^2 = e V$$

الطاقة بوحدة الجول = الطاقة بوحدة الإلكترون فولت × شحنة الإلكترون

حيث : (m_e) كتلة الإلكترون ، (v) متوسط سرعة الإلكترون ، (e) شحنة الإلكترون ، (V) فرق الجهد بين الكاثود والأنود



أنبوبة شعاع الكاثود تعمل على فرق جهد 10 KV أوجد سرعة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود (علمًا بأن $m_e = 9.1\times10^{-31}$ kg , $e = 1.6\times10^{-19}$ C)

الحل

$$KE = \frac{1}{2} m_e v^2 = e V \quad , \quad v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times10^4}{9.1\times10^{-31}}} = 5.93\times10^7\ m/s$$

****

الخلية الكهروضوئية

◈ ☜ **الاستخدام** :

تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية كما في الآلة الحاسبة وفتح وغلق الأبواب .

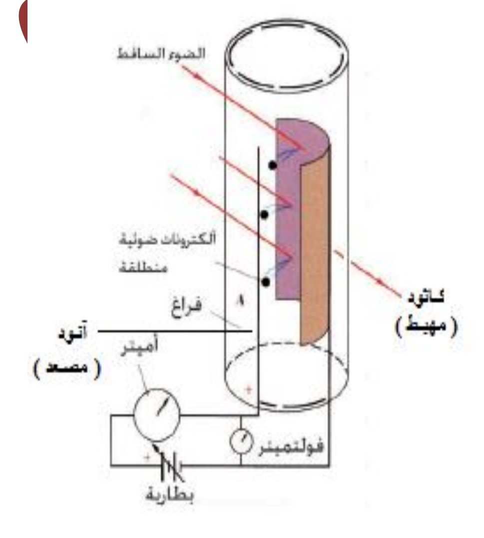
◈ ☜**الأساس العلمي**:

انطلاق إلكترونات من سطح معدن عند سقوط ضوء عليه (التأثير الكهروضوئى) .

◈ ☜**التكوين و طريقة عملها** :

❶ تتكون الخلية الكهروضوئية من سطح معدنى يسمى المهبط أو الكاثود .
❷عند سقوط ضوء على هذا السطح المعدنى (بدلا من تسخين الفتيلة) تنطلق بعض الإلكترونات من هذا السطح .
❸ يلتقط المصعد أو الأنود هذه الالكترونات مما يسبب تيارًا في الدائرة الخارجية .
❹ تسمى هذه الظاهرة (ظاهرة التأثير الكهروضوئي) وتسمى الإلكترونات المنطلقة بالإلكترونات الكهروضوئية .





المشاهدة العملية

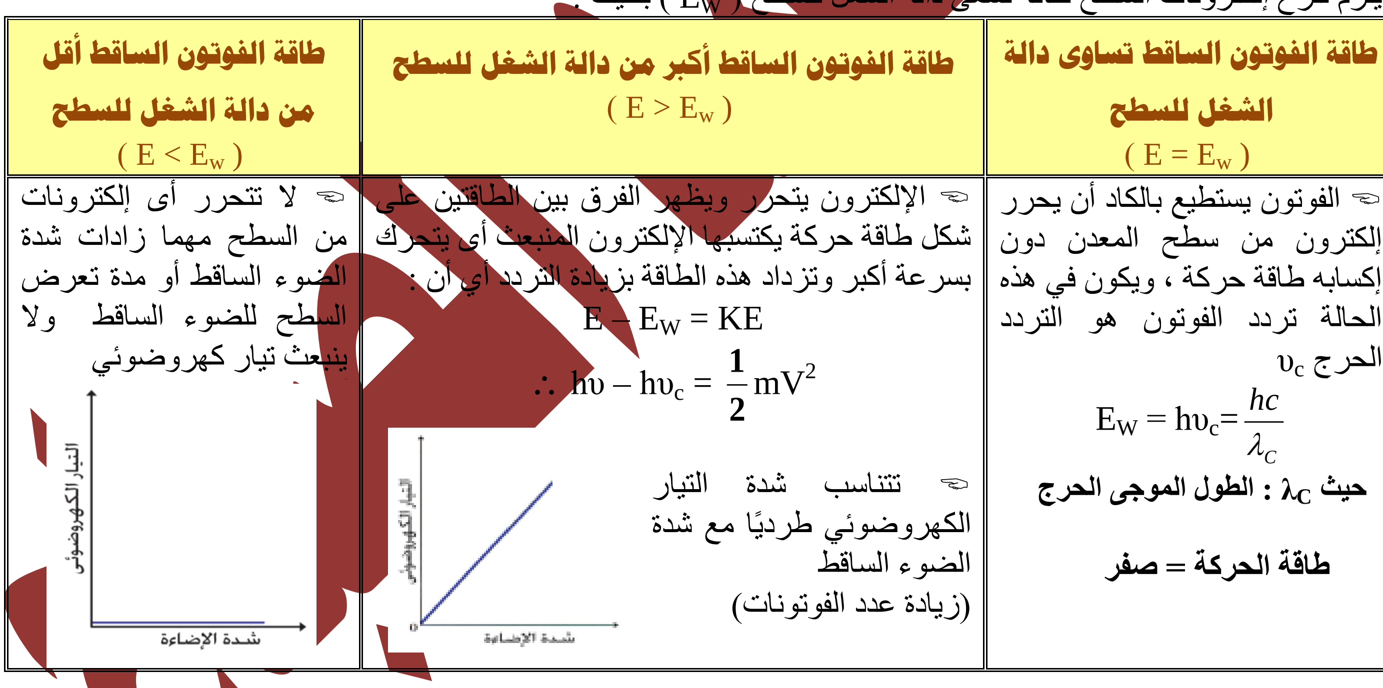
❶ يتوقف انطلاق الإلكترونات الكهروضوئية على تردد الموجة الساقطة وليس شدتها ، إذ لا تنطلق هذه الإلكترونات إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أعلى من أو يساوى قيمة معينة تسمى التردد الحرج (υ_c) مهما كانت الشدة .
❷ إذا كان تردد الموجة الساقطة يساوى أو أكبر من (υ_c) فإن شدة التيار الكهروضوئى (عدد الإلكترونات) تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط .
❸ سرعة و طاقة حركة الإلكترونات المنطلقة تتوقف على تردد موجة الضوء الساقطة وليس شدته .
❹ إنطلاق الإلكترونات يحدث لحظيًا ولا تكون هناك فترة إنتظار لتجميع الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترونات حتى إذا كانت شدة الضوء ضعيفة بل تنطلق الإلكترونات في هذه الحالة في التو و اللحظة بشرط أن يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج .

لم تتمكن النظرية الكلاسيكية من تفسير هذه المشاهدات لأنه طبقاً للتصور الكلاسيكى :

❶ تعطي موجات الضوء طاقة للإلكترونات كي تنطلق وتتغلب على قوى الجذب عند السطح
❷ شدة التيار أو إنطلاق الإلكترونات الكهروضوئية تتوقف على شدة الموجة الساقطة بصرف النظر عن ترددها
❸ تزداد سرعة و طاقة حركة الإلكترونات KE المنطلقة مع زيادة شدة الإضاءة
❹ إذا كانت شدة الإضاءة قليلة فإن تسليط الضوء لمدة طويلة كفيل بإعطاء الإلكترونات الطاقة اللازمة لتحررها بصرف النظر عن تردد موجة الضوء الساقطة **وهو ما يتعارض مع التجارب العملية .**

تفسير أينشتاين للظاهرة الكهروضوئية

يلزم لنزع إلكترونات السطح طاقة تسمى دالة الشغل للسطح (E_W) بحيث :



طاقة الفوتون الساقط تساوى دالة الشغل للسطح ($E = E_w$)	طاقة الفوتون الساقط أكبر من دالة الشغل للسطح ($E > E_w$)	طاقة الفوتون الساقط أقل من دالة الشغل للسطح ($E < E_w$)
☜ الفوتون يستطيع بالكاد أن يحرر إلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة ، ويكون في هذه الحالة تردد الفوتون هو التردد الحرج υ_c $E_W = h\upsilon_c = \frac{hc}{\lambda_C}$ **حيث λ_C : الطول الموجى الحرج** **طاقة الحركة = صفر**	☜ الإلكترون يتحرر ويظهر الفرق بين الطاقتين على شكل طاقة حركة يكتسبها الإلكترون المنبعث أى يتحرك بسرعة أكبر وتزداد هذه الطاقة بزيادة التردد أي أن : $E - E_W = KE$ $\therefore\ h\upsilon - h\upsilon_c = \frac{1}{2} mV^2$ ☜ تتناسب شدة التيار الكهروضوئي طرديًا مع شدة الضوء الساقط (زيادة عدد الفوتونات) (التيار الكهروضوئي / شدة الإضاءة)	☜ لا تتحرر أى إلكترونات من السطح مهما زادات شدة الضوء الساقط أو مدة تعرض السطح للضوء الساقط ولا ينبعث تيار كهروضوئي (التيار الكهروضوئي / شدة الإضاءة)

تعريف التردد الحرج υ_c	"هو أقل تردد لفوتونات الضوء الساقط الذي يعمل على تحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة ".
تعريف الطول الموجى الحرج λc	" هو اكبر طول موجي لفوتونات الضوء الساقط الذي يعمل على تحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة ويصاحب التردد الحرج ، بحيث إذا زاد الطول الموجي عنها لا تنبعث إلكترونات ".
تعريف دالة الشغل لمعدن E_w	"هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة "
تعريف ثابت بلانك (h)	" هو النسبة بين طاقة الفوتون الى تردده ويساوى 6.625×10^{-34} J.s

م	ما معنى أن	معنى ذلك أن
١	التردد الحرج لسطح فلز = 4.8×10^{14} هرتز؟	أقل تردد للضوء الساقط يكفي لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركة = 4.8×10^{14} هرتز
٢	دالة الشغل لمعدن الخارصين = 6.89×10^{-19} جول؟	الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح معدن الخارصين دون إكسابه طاقة حركة = 6.89×10^{-19} جول
٣	الطول الموجي المقابل للتردد الحرج لسطح معدن $5000\ A^o$	أكبر طول موجي للضوء الساقط على سطح معدن يكفي لتحرير الإلكترون دون إكسابه طاقة حركة = $5000\ A^o$

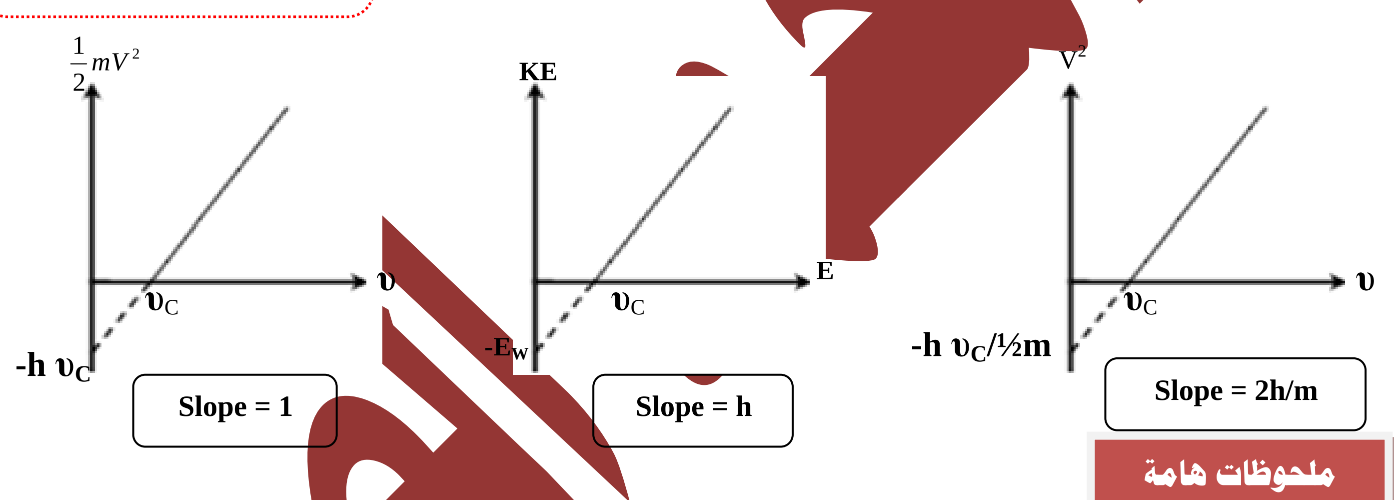


العلاقة بين طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من سطح فلز وتردد الضوء الساقط

∵ طاقة الفوتون الساقط = دالة الشغل للسطح + طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة
وهى معادلة أينشتين للظاهرة الكهروضوئية

$$E = E_W + KE$$

$$h\upsilon = h\upsilon_C + \frac{1}{2}mV^2$$



ملحوظات هامة

❶ دالة الشغل تتوقف فقط على نوع مادة السطح ولا تتوقف على شدة الضوء الساقط أو زمن التعرض للضوء أو فرق الجهد بين المصعد والمهبط.

❷ من العلاقة $KE_{\text{المصاحبة للإلكترون المحرر}} = E_{\text{فوتون ساقط}} - E_{\text{دالة الشغل}}$

$\frac{1}{2}mV^2$ ، $h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$ ، $h\upsilon_c = h\frac{c}{\lambda_c}$

❸ فى حالة مسائل الحالتان $KE_1 = E_1 - E_W$, $KE_2 = E_2 - E_W$ فنلاحظ ان E_W ثابتة لأنه نفس المعدن وبطرح المعادلتان ينتج ان $KE_1 - KE_2 = E_1 - E_2$.

❹ من العلاقة $E = h\upsilon_c$ يمكن تعريف ثابت بلانك بانه الطاقة المصاحبة لوحدة الترددات ووحدات قياسه هى

١- $J / Hz = J . hz^{-1} = J.s$
٢- $J.s = V . A . s^2 = \underline{watt . s^2}$
٣- $J.s = volt . column .s = weber . column$
٤- $J.s = N . m . s = kg.m.s^{-2} . m . s = \underline{kg . m^2 . s^{-1}}$

❺ وحدة قياس القدرة P_W هى $J.s^{-1}$ ويمكن فكها بطريقتين كما يلى:

١- $J.s^{-1} = volt.coulmn .s^{-1} = volt.Amber = \underline{watt}$
٢- $J.s^{-1} = N.m.s^{-1} = kg.m.s^{-2} .m.s^{-1} = \underline{kg.m^2 . s^{-3}}$

❻ للتحويل من الكترون فولت الى جول يتم كما يلى $joule = ev \times 1.6\times10^{-19}$

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	انطلاق الإلكترونات الكهروضوئية يتوقف على تردد الضوء وليس على شدته	لأن الإلكترونات لا تنطلق إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أعلى من أو يساوى التردد الحرج مهما كانت شدته .
٢	يمكن أن تسقط فوتونات على سطح معدني ولا تنطلق إلكترونات كهروضوئية	لأن طاقة الفوتون الساقط أقل من دالة الشغل للسطح فلا يتحرر الإلكترون من سطح المعدن .
٣	الشاشة في أنبوبة أشعة الكاثود مغطاه بمادة فلورسية	لأن المادة الفلوريسية عندما تسقط عليها الإلكترونات تومض وينبعث منها ضوء
٤	يمكن أن تنطلق الإلكترونات الكهروضوئية مكتسبة طاقة حركة	إذا كان تردد الضوء المسبب لإنطلاقها أكبر من التردد الحرج وطاقة الفوتون الساقط أكبر من دالة الشغل للسطح لذلك فإن الفرق في الطاقة يكتسبه الإلكترون على شكل طاقة حركة طبقًا للعلاقة . $h\upsilon - \frac{1}{2} m_e V^2 = E_W$
٥	يحتاج الخارصين لأشعة فوق بنفسجية لتحرير الإلكترونات بينما عناصر المجموعة الأولى تنبعث منها الإلكترونات بالضوء العادي	لأن الطاقة اللازمة لتحرير إلكترونات الخارصين عالية تستمدها من الأشعة فوق البنفسجية ، بينما عناصر المجموعة الأولى تتحرر بطاقة أقل تستمدها من الضوء العادي.
٦	يفضل إستخدام السيزيوم كمهبط للخلية الكهروضوئية ولا يستخدم التنجستين	لأن دالة الشغل لسطح السيزيوم صغيرة فيحتاج إلى تردد منخفض لإنبعاث الإلكترون الضوئي على العكس في حالة التنجستين دالة الشغل عالية وأكبر تردد للضوء المرئي لا يبعث الإلكترون منه
٧	زيادة شدة الضوء تعمل على زيادة تيار الخلية الكهروضوئية	لأن زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة التي تصيب عدد من الإلكترونات على السطح فتنبعث إلكترونات أكثر ويزيد شدة التيار بشرط أن يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج.
٨	مهبط الخلية الكهروضوئية مقعر عريض	حتى يستقبل قدر كبير من الضوء الساقط
٩	مصعد الخلية الكهروضوئية مصنوع من سلك رفيع	حتى لا يحجب الضوء الساقط على المهبط المقعر العريض لأنه يكون أمام المهبط (الكاثود) .
١٠	مصعد الخلية الكهروضوئية له ساق طويلة	حتى يستقبل اكبر عدد من الالكترونات المنطلقة
١١	قد يمر تيار في الخلية الكهروضوئية رغم أن فرق الجهد بين الكاثود والأنود = صفر	وذلك في حالة سقوط ضوء له تردد أكبر من التردد الحرج فيعمل فرق الطاقة التي يكتسبها الإلكترون على تحريك الإلكترون جهة المصعد حيث يوجد في بؤرة الكاثود فيمر تيار
١٢	فشلت النظرية الكلاسيكية في تفسير الإنبعاث الكهروضوئي	لأنه تبعًا للفيزياء الكلاسيكية يتوقف انطلاق الإلكترونات على شدة موجة الضوء الساقط وزمن التعرض لها بصرف النظر عن ترددها ولكن وجد عمليًا أن انطلاق إلكترونات يتوقف فقط على تردد الضوء الساقط فلابد أن يكون أعلى من التردد الحرج لسطح المعدن .
١٣	تنبعث إلكترونات من سطح فلز حساس عند سقوط ضوء أزرق خافت عليه بينما لا تنبعث إلكترونات عند سقوط ضوء أحمر له شدة عالية على سطح الفلز .	لأن الضوء الأزرق له تردد عالى أكبر من التردد الحرج للفلز بينما الضوء الأحمر له تردد منخفض تكون قيمته أقل من قيمة التردد الحرج للفلز .
١٤	ظاهرة إشعاع الجسم الأسود تثبت الصفات الجسيمية للضوء (الفوتونات) .	لآن فروض بلانك والتى وضعها لتفسير هذه الظاهرة أوضحت أن الإشعاع يتكون من كمات أو فوتونات والفوتون له خواص جسيمية لأن له كتلة وله كمية تحرك

أمثلة محلولة

في جميع الأمثلة اعتبر أن $C = 3\times10^5$ km/s ، و $h = 6.625\times10^{-34}$ J.s ، و $m_e = 9.1\times10^{-31}$ kg ، $e = 1.6\times10^{-19}$C

(١) إذا كان الطول الموجي الحرج للخارصين 3000°A فأوجد دالة الشغل له .

الحل

$$E_W = h\upsilon_C = \frac{hC}{\lambda_C} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3000\times10^{-10}} = 6.625\times10^{-19}\,J$$

****

(٢) [ث . ع ١٩٨٦]إذا علمت أن دالة الشغل لسطح هي 4.96×10^{-19}J فإذا أضيئ السطح بشعاعين الطول الموجي لهما 620nm ، 200nm ❶ هل تنبعث الإلكترونات أم لا ❷ وفي حالة انبعاثها احسب طاقتها(ثابت بلانك = 6.6×10^{-34})

الحل

طاقة الفوتون الأول:

$$\because\ E_1 = h\,\upsilon,\ \Rightarrow\therefore E_1 = \frac{hC}{\lambda},\ \Rightarrow\therefore E_1 = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{620\times10^{-9}} = 3.2\times10^{-19}\,J$$

∵ طاقة الفوتون الأول < دالة الشغل للسطح ∴ لا تنبعث إلكترونات

طاقة الفوتون الثاني:

$$\because\ E_2 = h\,\upsilon,\ \Rightarrow\therefore E_2 = \frac{hC}{\lambda},\ \Rightarrow\therefore E_2 = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{200\times10^{-9}} = 9.9\times10^{-19}\,J$$

∵ طاقة الفوتون الثاني > دالة الشغل للسطح ∴ تنبعث إلكترونات

لحساب طاقة حركة الإلكترون $KE = E - E_W = 9.9\times10^{-19} - 4.96\times10^{-19} = 4.9\times10^{-19}$J

****

(٣) [ث . ع ١٩٧٩] سقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي 5000A° على سطح فلز فانبعثت إلكترونات ضوئية بسرعة $V = 10^5\sqrt{6.625}$ m/s فهل تنبعث إلكترونات من نفس السطح إذا سقط عليه ضوء أحادي اللون طوله الموجي 6000A° ولماذا ؟

الحل

نحسب أولا تردد الضوء

$$\upsilon = \frac{C}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{5000\times10^{-10}} = 6\times10^{14}\,Hz$$

ثم نحسب التردد الحرج

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\upsilon - h\upsilon_c \Rightarrow \upsilon_c = \upsilon - \frac{\frac{1}{2}mv^2}{h} = 6\times10^{14} - \frac{\frac{1}{2}\times9.1\times10^{-31}\times(10^5\times\sqrt{6.625})^2}{6.625\times10^{-34}}$$

$$\therefore\ \upsilon_c = 5.5\times10^{14}\ Hz$$

ثم نحسب تردد الضوء الساقط

$$\upsilon = \frac{C}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{6000\times10^{-10}} = 5\times10^{14}\,Hz$$

∵ تردد الضوء الساقط أقل من التردد الحرج ∴ لا تنبعث إلكترونات من هذا السطح

****

س معدن لديه ٢ الكترون سقط عليهم ٢ فوتون متماثلين فى الطاقة فتحررا الالكترونين بطاقات حركة مختلفة .... اشرح؟

ج : يحدث ذلك اذا اختلفا مكان الالكترونين داخل المعدن فيمكن ان يكون احدهما على السطح فيسهل تحرره اما الثانى يكون داخل المعدن ومحاط بطاقة جاذبية من سته اتجاهات فيستنفذ طاقة اكبر وعند تحرره تقل طاقة الحركة المصاحبة له عن الالكترون الاول المحاط بخمسة فقط .

****



س معدن سقط عليه ضوء أخضر فتحرر من الكترون فماذا يحدث فى الحالات الاتية :
❶ سقط عليه ضوء اصفر ❷ سقط عليه ضوء ازرق .

ج : بالنسبة للضوء الاصفر فان هناك احتمالين :الاول : لو تردده أكبر من التردد الحرج فان الالكترون سوف يتحرر ولكن بطاقة حركة اقل من الاخضر .الثانى : لو تردده أقل من التردد الحرج فلن يتحرر . اىما بالنسبة للضوء الازرق فان طول الموجى اقل من الاخضر وبالتالى تردده اكبر من الاخضر وبالتالى فان الالكترون سوف يتحرر وبطاقة حركة اكبر من الاخضر

****

س قارن بين تأثير زيادة تردد الضوء وزيادة شدة الضوء على الإلكترونات المنبعثة بالتأثير الكهروضوئى :

ج : **زيادة تردد الضوء** : تؤدى الى زيادة طاقة حركة (أو سرعة) الإلكترونات المنبعثة .
: **زيادة شدة الضوء** : تؤدى الى زيادة شدة التيار الكهروضوئى .

****

س فى تجربة الانبعاث الكهروضوئى من سطح معدنى فى أنبوبة مفرغة من الهواء أضئ السطح بضوء أحادى اللون تردده أكبر من التردد الحرج للمعدن فإذا أعيدت التجربة بضوء له نفس الطول الموجى ولكن شدته الضوئية ضعف الشدة الضوئية للأول ، ما تأثير ذلك على كل من : (أ) طاقة الفوتونات (ب) النهاية العظمى لطاقة حركة الإلكترونات المنبعثة نتيجة سقوط الضوء .(ج) دالة الشغل للمعدن .(د) شدة التيار الكهروضوئى .

ج : (أ) تظل طاقة الفوتونات ثابتة . (ب) تظل النهاية العظمى لطاقة حركة الإلكترونات المنبعثة ثابتة لأنها تتوقف على التردد .
(ج) تظل دالة الشغل للمعدن ثابتة لأنها تتوقف على نوع المعدن . (د) تزداد شدة التيار الكهروضوئى .

****

ثالثا : ظاهرة كومتون

عند سقوط فوتون من (أشعة إكس أو أشعة جاما) على إلكترون حر
- يقل تردد الفوتون ويغير إتجاهه أي تقل طاقته.
- وتزداد سرعة الإلكترون ويغير إتجاهه

وتسمى هذه الظاهرة " بظاهرة كومتون " .

تفسير ظاهرة كومتون

◈ لم تتمكن النظرية الكلاسيكية من تفسير ذلك ولكن تم تفسيرها من خلال فروض بلانك بأن الاشعاع الكهرومغناطيسى مكون من فوتونات ، وأن هذه الفوتونات يمكن أن تصطدم بالإلكترونات تصادماً مرناً حيث يكون :

❶ بقاء كمية الحركة (قانون بقاء كمية الحركة) حيث تكون
مجموع كميتي حركة الفوتون والإلكترون قبل التصادم = مجموع كميتي حركة الفوتون والإلكترون بعد التصادم
❷ بقاء الطاقة (قانون بقاء الطاقة)
مجموعة طاقتي الفوتون والإلكترون قبل التصادم = مجموع طاقتي الفوتون والإلكترون بعد التصادم

◈ **الاستنتاج**
الفوتون يسلك كجسيم له كتله وسرعة (كمية حركة) مثل الإلكترون . أى أن ظاهرة كومتون إثبات للخاصية الجسيمية للضوء .

خواص الفوتون

(١) كم من الطاقة $h\upsilon$ تتوقف قيمتها على التردد υ .
(٢) له كتله m أثناء حركته ، وكميه حركه P_L ، ويتحرك بسرعة الضوء في الفراغ C .
(٣) عندما يتوقف الفوتون عن الحركة تتحول كتلته بالكامل الى طاقة يكتسبها الجسم الذى أوقف حركته .
(٤) له خاصية جسيمية وخاصية موجية لذا يتحقق فيه قانونى بقاء الكتلة والطاقة .

أساس القنبلة الذرية



❶ يرتبط تحول الكتلة m الى طاقة E بعلاقة $E = m c^2$.

❷ أى أن فقد الكتلة يظهر على شكل طاقة وهذا هو أساس القنبلة الذرية .

❸ حيث وجد أن إنشطار النواة يصحبه فقد كتلة صغيرة جدًا تتحول إلى طاقة كبيرة جدًا وذلك لان مربع سرعة الضوء كمية كبيرة جدا ً $[C^2 = 9 \times 10^{16}\ m^2/s^2]$

الإلكترون	الفوتون
☜ جسيم مادي شحنته سالبة وله طبيعة موجية	☜ كم من الطاقة (hυ) غير مشحون وله طبيعة جسيمية
☜ يمكن تعجيله (زيادة سرعته) بالمجال الكهربي	☜ لا يمكن تعجيله و سرعته ثابتة في الفراغ ($3\times10^8 m/s$)
☜ له كمية تحرك $= m\,v = \frac{h}{\lambda}$	☜ له كمية تحرك $= mc = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\upsilon}{C}$
☜ إذا توقف عن الحركة يحتفظ بكتلة سكونه ويفقد طاقة حركته	☜ إذا توقف عن الحركة تتلاشى كتلته وتتحول إلى طاقة ($E = mC^2$)
☜ له كتلة سكون ثابتة ($m_e = 9.1\times10^{-31} kg$)	☜ له كتلة أثناء حركته فقط ($m = \frac{h\upsilon}{C^2}$)

م	علل لما يلى	الاجابة
١	يقل تردد الفوتون في تأثير كومتون	لان طاقة الفوتون قلت لأنه اعطى جزء منها للإلكترون وتبعا ً للعلاقة $E = h\,\upsilon$ فعندما قلت الطاقة قل التردد .
٢	يقل الطول الموجي للفوتون في تأثير كومتون	لان طاقة الفوتون قلت فقل التردد وتبعا للعلاقة $c = \lambda\,\upsilon$ فعندما قل التردد مع ثبات سرعة الضوء يقل الطول الموجي
٣	تقل كتلة الفوتون في تأثير كومتون	لان عند تصادم الفوتون بالإلكترون قلت طاقته فقلت كمية التحرك وتبعاً للعلاقة $P_L = m\,c$ فان كتلة الفوتون تقل
٤	عند سقوط فوتون من أشعة إكس على إلكترون حر تزداد طاقة الإلكترون ويغير إتجاهه	لأنه تبعًا لظاهرة كومتون يكتسب الإلكترون جزء من طاقة الفوتون الساقط على شكل طاقة حركة ويتشتت .
٥	ظاهرة كومتون توضح الصفة الجسيمية للفوتونات	لأنها توضح أن الفوتون يسلك كجسيم له كمية تحرك (mc) أى له كتلة وسرعة .
٦	عند انشطار النواة تنتج كمية هائلة من الطاقة	لأن انشطار النواة يصحبه نقص في الكتلة يتحول الى طاقة تبعًا لعلاقة أينشتين ($E = m\,c^2$) وقد وجد أن النقص فى الكتلة صغيرة جدًا لكنه يتحول إلى طاقة هائلة لأنه مضروب في مقدار كبير جدًا هو $[C^2 = 9 \times 10^{16}\ m^2/s^2]$
٧	للضوء طبيعة مزدوجة جسيمية وموجية	لان الفوتونات لها كتلة وكمية تحرك أثناء حركتها وهذه خصائص جسيمية ، كذلك لها تردد وطول موجي وهذه خصائص موجية .

ظاهرة كومتون	ظاهرة التأثير الكهروضوئي
يجب استخدام فوتون ذو طاقة عالية مثل شعاع X أو شعاع γ	يمكن استخدام أى فوتون .
الفوتون يسقط على الكترون حر .	الفوتون يسقط على الكترون في سطح المعدن .
الفوتون يعطى جزءا ً من طاقته للإلكترون ويظل موجود بطاقة وتردد أقل .	الفوتون يعطى كل طاقته للإلكترون ولن يعد له وجود بعد التصادم .
بعد التصادم تزداد طاقة حركة الالكترون فتزداد سرعته ويغير اتجاهه .	بعد التصادم يتحرر الالكترون بجزء من طاقة الفوتون الذى صدمه ويتحرك بما قد يتبقى له من طاقة حركة .

إستنتاج القوة الناتجة عن سقوط شعاع من الفوتونات على سطح

❶ عند سقوط شعاع ضوئى تردده υ على سطح ما ثم أتعكس فإن :

- كمية حركة الفوتون الساقط = mc
- كمية حركة الفوتون المنعكس = mc –
- التغير فى كمية حركة الفوتون نتيجة إنعكاسه = 2 mc = $\frac{2h\upsilon}{C}$

❷ إذا كان معدل سقوط الفوتونات على السطح Φ_L فإن كل فوتون يسقط على السطح وينعكس عنه يعاني تغير في كمية الحركة حيث :

معدل التغير في كمية حركة شعاع الفوتونات = Φ_L 2 m c = $2\frac{h\upsilon}{C}\Phi_L$

ويساوى القوة المؤثرة من شعاع الفوتونات على السطح .

$$\therefore F = 2\frac{h\upsilon\phi_L}{C}$$

$$\because P_W = h\upsilon\phi_L$$

حيث : P_W القدرة الضوئية الساقطة على السطح

$$\therefore F = \frac{2P_W}{C} \text{ (نيوتن)}$$

ملاحظات

❶ هذه القوة صغيرة جدًا لا يظهر تأثيرها على جسم كبير مثل كرة أو حائط تأثيرًا ملحوظًا ولكن بالنسبة للإلكترون هذه القوة تستطيع تحريكه وقذفه بعيدًا نظرا لصغر كتلته وحجمه وهذا هو تفسير كومتون .

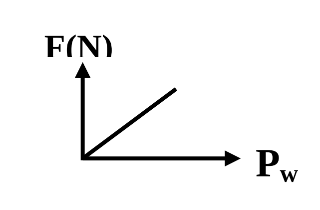
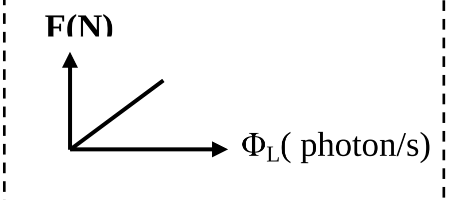
❷ لو سقط فوتون على سطح ولم يرتد فان $\therefore F = \frac{P_W}{C}$

❸ لو سقط الفوتون على سطح شفاف فإن التغير فى كمية الحركة = صفر وبالتالى لن تكون هناك قوة .

علل

◄ **لا يتأثر حائط أو كتاب بسقوط شعاع ضوئي عليه بينما قد يتأثر به الإلكترون الحر**

جـ : لأن القوة التى تؤثر بها حزمة من الفوتونات تتعين من العلاقة ($F = \frac{2P_W}{C}$) ، وحيث أن سرعة الضوء كبيرة جدًا فإن القوة تكون صغيرة جدًا فلا يظهر تأثيرها على الحائط أو الكتاب ولكن تؤثر على الإلكترون وتقذفه بعيدًا وذلك لصغر كتلته الإلكترون

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
القوة التي يؤثر بها شعاع ضوئي (F) وقدرة الشعاع (P_w)		$F = \frac{2P_W}{C}$ $slope = \frac{F}{P_W} = \frac{2}{C}$ $C = \frac{2}{slope}$
القوة التي يؤثر بها شعاع ضوئي (F) ومعدل سقوط الفوتونات (Φ_L)		$F = 2\frac{h\upsilon\phi_L}{C}$ $Slope = \frac{F}{\phi_L} = 2\frac{h\upsilon}{C}$ $P_L = \frac{Slope}{2}$

أمثلة محلولة

(١) محطة إذاعة قدرتها 80Kw تبث موجة ترددها 90MHz احسب طاقة الفوتون المنبعثة ثم احسب عدد الفوتونات المنبعثة خلال ثانية . (ثابت بلانك = 6.6×10⁻³⁴ J.s) .

الحل

$$\because E_{فوتون} = h\upsilon \,,\ \Rightarrow \therefore E = 6.6\times10^{-34}\times90\times10^{6} = 59.4\times10^{-37}\ J$$

$$\because N = \frac{E_{كلية}}{E_{فوتون}} = \frac{80\times10^{3}}{59.4\times10^{-27}} = 1.35\times10^{30}\ photon$$

****

(٢) مصباح قدرته 6.6Kw يشع ضوء طوله الموجي 300nm فما عدد الفوتونات المنبعثة ($h = 6.6\times10^{-34}$ J.s)

الحل

$$\because\ E_{كلية} = n\,h\,\upsilon,\ \Rightarrow \therefore E_{كلية} = nh\frac{C}{\lambda},\ \Rightarrow \therefore n = \frac{6.6\times10^{3}\times300\times10^{-9}}{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}} = 10^{22}\ فوتون$$

****

(٣) اصطدم فوتون X-rays طوله الموجي 3A° بإلكترون ساكن وانطلق بطاقة 1.1×10^{-16}J احسب طول موجة الفوتون الناتج

الحل

طاقة الفوتون الساقط = طاقة الإلكترون + طاقة الفوتون المشتت

$$\therefore h\upsilon_1 = KE + h\upsilon_2 \Rightarrow \therefore h\upsilon_1 - h\upsilon_2 = KE \Rightarrow hC\left[\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right] = KE$$

$$\therefore 6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}\left[\frac{1}{3\times10^{-10}} - \frac{1}{\lambda_2}\right] = 1.1\times10^{-16}$$

$$\therefore \lambda_2 = 3.6A^{o}$$

****

(٤) سقط شعاع ضوئي قدرته 4000W على سطح منضدة احسب قوة حزمة الضوء ؟ وهل تتحرك المنضدة ؟ وماذا يحدث إذا سقط الشعاع على إلكترون حر؟

الحل

$$F = \frac{2P_w}{C} = \frac{2\times4000}{3\times10^{8}} = 2.67\times10^{-5}\,N$$

- القوة المؤثرة صغيرة جدا و هذا معناه أن المنضدة لا تتحرك
- إذا سقط الشعاع الضوئي على إلكترون حر يتم قذفه بعيدًا نظرا لصغر حجمه وكتلته

النموذج الميكروسكوبي والماكروسكوبي للتعامل مع الفوتون

عند سقوط فوتونات على سطح ما فإنه:

❶ إذا كان الطول الموجي المصاحب للفوتون (λ) أكبر من المسافات البينية لذرات هذا السطح فإن الفوتونات تعامل هذا السطح كسطح متصل وتنعكس عنه ومن ثم يتم تطبيق النموذج الموجي للضوء (الماكروسكوبى)

❷ إذا كان الطول الموجي المصاحب للفوتون (λ) أقل أو مقارب للمسافات البينية لذرات هذا السطح **مثل أشعة X** فإن الفوتونات تنفذ من خلال هذه الذرات [أي تنفذ من السطح] ومن ثم يتم تطبيق النموذج الجسيمي للضوء (الميكروسكوبى)

متى يتم استخدام النموذج الماكروسكوبي ومتى يتم استخدام النموذج الميكروسكوبي

النموذج الجسيمى للضوء (الميكروسكوبي أو المجهري)	النموذج الموجي للضوء (الماكروسكوبي أو الكبير)
❶ يُطبق هذا النموذج إذا اعترض طريق فوتونات الضوء عائق في حجم الذرة أو الإلكترون . ❷ يدرس الفوتون منفردًا ويتصوره كرة نصف قطرها يساوى الطول الموجي (λ) و يتذبذب بمعدل (υ)	❶ يُطبق هذا النموذج إذا اعترض طريق فوتونات الضوء عائق أبعاده أكبر بكثير من الطول الموجي للموجة . ❷ يدرس الفوتونات كحزمة بما لها من مجال كهربى و مغناطيسى متعامدان على بعضهما وعلى اتجاه سريان حزمة الفوتونات .

علل

◄ **النموذجين الميكروسكوبى الماكروسكوبى للضوء مرتبطان ببعضهما البعض**

❶ لأننا نتصور في النموذج الميكروسكوبى أن الفوتون عبارة عن كرة صغيرة نصف قطرها (λ) و يتذبذب بمعدل (υ) ومجموع هذه الفوتونات لها مجال كهربى ومجال مغناطيسى متعامدان على بعضهما وعلى اتجاه سريان حزمة الفوتونات (الموجة الكهرومغناطيسية)

❷ حزمة مجموعة الفوتونات تحمل الطاقة التي يحملها الشعاع الضوئي

❸ يمكننا أن نراقب الخواص الموجية لشعاع الضوء في سلوك حزمة الفوتونات ككل .

❹ كلما زادت شدة الموجة الضوئية يزداد شدة تركيز الفوتونات فتزداد شدة المجال المغناطيسي أو الكهربي المصاحبين للموجة.

❺ الحركة الموجية تكون مصاحبة لتيار فوتونات بأعداد كبيرة .

الطبيعة الموجية للجسيم (علاقة دي برولي)

أثبت العالم دي برولي أنه مثلما للموجات طبيعة جسيمية ، فإن للجسيم طبيعة موجية ، حيث يصاحب الجسيم موجة طولها الموجى يمكن استنتاجه كالتالى :

$$\because \lambda = \frac{C}{\lambda}$$

بضرب البسط والمقام فى h

$$\therefore \lambda = \frac{hc}{h\upsilon} = \frac{h}{h\frac{\upsilon}{c}}$$

$$\because P_L = mc = \frac{h\upsilon}{c^2}c = \frac{h\upsilon}{c}$$

$$\therefore \lambda = \frac{h}{P_L}$$

معادلة دى برولى للجسيمات

" الطول الموجى لموجة مصاحبة لجسيم متحرك يساوى النسبة بين ثابت بلانك و كمية حركة الفوتون "

الطول الموجى للفوتون

" النسبة بين ثابت بلانك الى كمية حركة الفوتون "

وبالتالى فإننا ننظر الى الطبيعة الموجية لكل من الضوء والإلكترونات كالتالى :

الطبيعة الموجية للضوء

- الضوء هو مجموعة هائلة من الفوتونات لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعي من انتشار وانعكاس وانكسار وتداخل وحيود .
- الفوتون بمفرده يحمل الصفات الوراثية للموجة (نفس خصائص مجموعة الفوتونات) من حيث التردد والسرعة والطول الموجي .

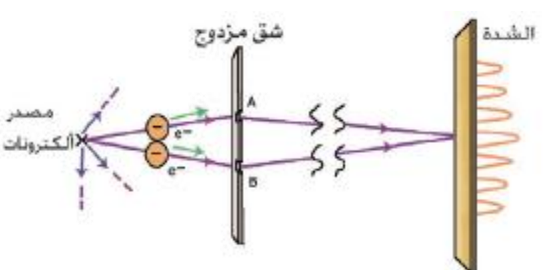
الطبيعة الموجية للإلكترونات

- شعاع الإلكترونات هو مجموعة هائلة من الإلكترونات لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعي .
- الإلكترون بمفرده يحمل الصفات الوراثية للكل (نفس خصائص مجموعة الإلكترونات) من حيث الكتلة والشحنة والدوران حول نفسه (اللف المغزلى) وكمية الحركة .
- يكون للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون تردد وسرعة وطول موجي وخصائص الانتشار والانعكاس والانكسار والتداخل والحيود .

حيود الإلكترونات فى شق مزدوج

الشكل المقابل

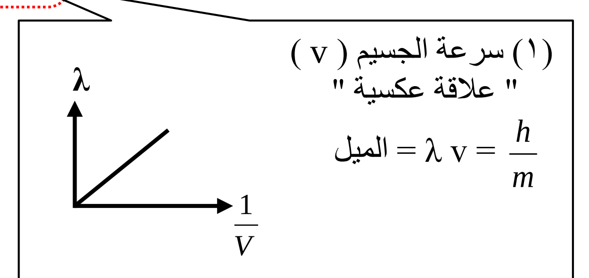
يوضح الطبيعة الموجية للإلكترون (خاصية الحيود) :



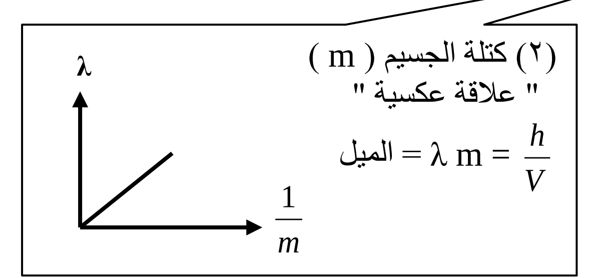
العوامل التى يتوقف عليها الطول الموجى المصاحب لجسيم متحرك

$$\therefore \lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$$

(١) سرعة الجسيم (v)
" علاقة عكسية "
الميل = $\lambda v = \frac{h}{m}$



(٢) كتلة الجسيم (m)
" علاقة عكسية "
الميل = $\lambda m = \frac{h}{V}$



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يقل الطول الموجى المصاحب لحركة الالكترون بزيادة كمية تحركه .	لأنـه تبعًا لعلاقة دى برولـى ($\lambda = \frac{h}{P_L}$) يتناسب الطول المـوجى للموجـة المصـاحبة للإلكتـرون عكسيًا مـع كمية التحرك له .
٢	من الصعب ملاحظة الطول الموجي لسيارة متحركة	لأن كمية حركة السيارة كبيرة جدًا فيكون الطول الموجي المصاحب لها صغير جدًا لذا لا يمكن ملاحظته تبعًا لعلاقة دي براولي $\lambda = \frac{h}{P_L}$

أمثلة محلولة

(١) أحسب الطول الموجي المصاحب لجسم كتلته 200kg يتحرك بسرعة 66.25m/s ثم احسب الطول الموجي المصاحب لإلكترون يتحرك بسرعة 66.25×10^4m/s .

الحل

$$\lambda_{\text{للجسم}} = \frac{h}{mV} = \frac{6.625\times10^{-34}}{200\times66.25} = 5\times10^{-38}\,m$$

$$\lambda_{\text{الإلكترون}} = \frac{h}{mV} = \frac{6.625\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times66.25\times10^4} = 1.098\times10^{-9}\,m$$

****

(٢) فوتون طوله 5000A° احسب تردده وطاقته وكتلته وكمية حركته

الحل

$$\upsilon = \frac{C}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{5000\times10^{-10}} = 6\times10^{14}\,Hz$$

$$E = h\upsilon = 6.625\times10^{-34}\times6\times10^{14} = 3.975\times10^{-19}\,J$$

$$m = \frac{h\upsilon}{C^2} = \frac{6.625\times10^{-34}\times6\times10^{14}}{(3\times10^8)^2} = 4.4\times10^{-36}\,kg$$

$$P_L = mC = 4.4\times10^{-36}\times3\times10^8 = 1.32\times10^{-27}\,kg.m/s$$

****

يمكن استخدام شعاع من الالكترونات كما نستخدم شعاعاٍ من الضوء والدليل على ذلك اكتشاف المكروسكوب الإلكتروني .

المجهر (الميكروسكوب) الإلكتروني

الأساس العلمي:

يعتبر من الأجهزة المعملية التى تعتمد على الطبيعة الموجية للإلكترونات (علاقة دي براولي)

شرط الرؤية:

يلزم لتكوين صورة مكبرة للأجسام الصغيرة أن يكون الطول الموجى للموجة المستخدمة في التصوير أقل من أبعاد الجسم المراد تكوين صورة مكبرة له ، والطول الموجي للضوء العادي له ابعاد محددة لذلك لا يصلح الميكروسكوب الضوئى في رؤية تفاصيل الاجسام الصغيرة جدًا مثل الفيروسات .

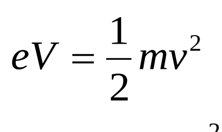
فكرة العمل:

- تعجيل حزمة من الإلكترونات المتحررة تحت فرق جهد عال (V) وتحسب سرعة الإلكترون المتحرر من العلاقة : $KE = eV = \frac{1}{2} m_e v^2$
- ويمكن حساب الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون من معادلة دى برولى : $\lambda = \frac{h}{mv}$

أى أنه

بزيادة سرعة الإلكترون (v) يقل الطول الموجي للموجة المصاحبة للإلكترون حتى يصبح أقل من أبعاد الجسم وبذلك يمكن تكوين صورة مكبره له .

وجه المقارنة	الميكروسكوب الإلكتروني	الميكروسكوب الضوئي
التركيب	الميكروسكوب الإلكتروني: المصدر، عدسة، الشيء المراد تكبيره، الشيئية، صورة دقيقة، عدسة إسقاط، شاشة أو لوح فوتوغرافي	الميكروسكوب الضوئي: المصدر، عدسة، الشيء المراد تكبيره، الشيئية، صورة دقيقة، عدسة إسقاط، شاشة أو لوح فوتوغرافي
الشعاع المستخدم	شعاع إلكتروني له طول موجي أقصر حوالى ألف مرة من الطول الموجي للشعاع الضوئى .	شعاع ضوئى
العدسات المستخدمة	عدسات إلكترونية (مغناطيسية) تعمل على تركز شعاع الإلكترونات على الجسم المراد تكبيره	عدسات ضوئية (زجاجية) تعمل على تركيز الضوء على الجسم المراد تكبيره .
قدرة التحليل	كبيرة جدا ، لأن الإلكترونات بإمكانها أن تحمل طاقة حركة عالية جدًا ومن ثم أطوال موجية قصيرة جدًا وبالتالى تستطيع أن ترصد أجسام صغيرة لا يستطيع الضوء العادي أن يرصدها	صغيرة أو محدودة لأن الطول الموجي للضوء محدد ولا يمكن تغييره nm (400 -700)
معامل التكبير	كبير جدًا وبذلك يكون له القدرة على تمييز التفاصيل الدقيقة .	محدود وبذلك لا يستطيع أن يميز التفاصيل الدقيقة .

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
فرق الجهد (V) ومربع سرعة الإلكترونات (v^2)	v^2 ، V	 $eV = \frac{1}{2}mv^2$ $SLOPE = \frac{v^2}{V} = 2\frac{e}{m}$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	لا يصلح الميكروسكوب الضوئي عن رؤية تفاصيل الفيروسات	لأن شرط التكبير أن يكون الطول الموجى للأشعة الساقطة على الجسم أقل من أبعاد الجسيم والطول الموجى للأشعة الساقطة أكبر من أبعاد الفيروس فلا تتكون صورة له بهذه الأشعة .
٢	القدرة التحليلية للميكروسكوب الإلكتروني كبيرة جدا	لأن الإلكترونات لها طاقة حركة عالية جدًا فيكون طول الموجة المصاحبة لها قصير جدًا (أقل من أبعاد الجسيم) وبالتالى يرصد الشعاع الإلكترونى تفاصيل لا يستطيع أن يرصدها شعاع الضوء العادى .
٣	كلما زاد فرق الجهد بين الكاثود والآنود فى الميكروسكوب الإلكترونى يقل الطول الموجى المصاحب لحركة الإلكترون	لانه بزيادة فرق الجهد تزداد طاقة الإلكترون وبالتالى تزداد سرعته ويقل الطول الموجى حيث أن السرعة والطول الموجى يتناسبان عكسيًا تبعًا لعلاقة دى برولى ($\lambda = \frac{h}{P_L}$)

أمثلة محلولة

(١) ميكروسكوب إلكتروني استخدم بـه فرق جهد أكسب الإلكترونـات سرعة قدرها $18\times10^5 m/s$ وذلك لرؤيـة فيروس (جسم دقيق) طوله $3A^o$ هل يمكن رؤيته أم لا مع ذكر السبب

الحل

$$\because \lambda = \frac{h}{mV} = \frac{6.625\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times18\times10^5} = 4\times10^{-10}m = 4A^\circ$$

لا يمكن رؤية الفيروس لأن الطول الموجي للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون أكبر من أبعاد الفيروس .

****

(٢) إذا استخدم فرق جهد 400 V بين الكاثود والآنود لميكروسكوب إلكتروني ، احسب طاقة حركة الإلكترون ، وسرعة الإلكترون ، والطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون . وهل يمكن رؤية فيروس طوله $5\ A^o$ ؟ ولماذا ؟

الحل

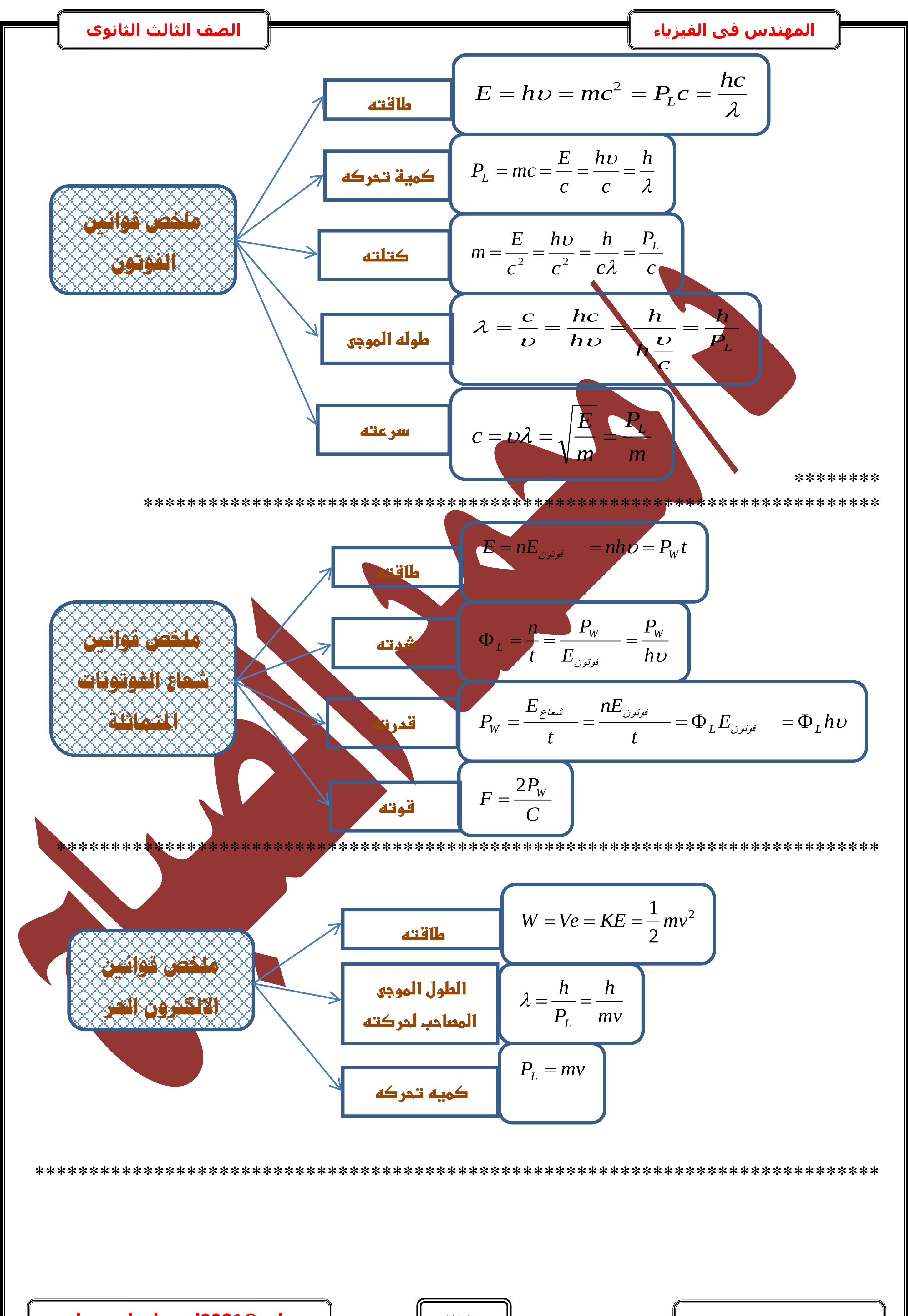
$$KE = eV = 1.6\times10^{-19}\times400 = 6.4\times10^{-17}\ J$$

$$KE = \frac{1}{2}m_e v^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2KE}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times6.4\times10^{-17}}{9.1\times10^{-31}}} = 1.186\times10^7 m/s$$

$$\because \lambda = \frac{h}{mV} = \frac{6.625\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times1.186\times10^7} = 6.138\times10^{-11}m = 0.6138A^\circ$$

يمكن رؤية الفيروس لأن الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون أقل من أبعاد الفيروس .


ملخص قوانين الفوتون
طاقته
$E = h\upsilon = mc^2 = P_L c = \frac{hc}{\lambda}$
كمية تحركه
$P_L = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\upsilon}{c} = \frac{h}{\lambda}$
كتلته
$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\upsilon}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} = \frac{P_L}{c}$
طوله الموجي
$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = \frac{hc}{h\upsilon} = \frac{h}{h\frac{\upsilon}{c}} = \frac{h}{P_L}$
سرعته
$c = \upsilon\lambda = \sqrt{\frac{E}{m}} = \frac{P_L}{m}$
ملخص قوانين شعاع الفوتونات المتماثلة
طاقته
$E = nE_{فوتون} = nh\upsilon = P_W t$
شدته
$\Phi_L = \frac{n}{t} = \frac{P_W}{E_{فوتون}} = \frac{P_W}{h\upsilon}$
قدرته
$P_W = \frac{E_{شعاع}}{t} = \frac{nE_{فوتون}}{t} = \Phi_L E_{فوتون} = \Phi_L h\upsilon$
قوته
$F = \frac{2P_W}{C}$
ملخص قوانين الالكترون الحر
طاقته
$W = Ve = KE = \frac{1}{2}mv^2$
الطول الموجي المصاحب لحركته
$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$
كمية تحركه
$P_L = mv$

****
****

****

****

أسئلة وتدريبات على الفصل الخامس

س ١ : أكتب المصطلح العلمي الذى تدل عليه العبارات التالية

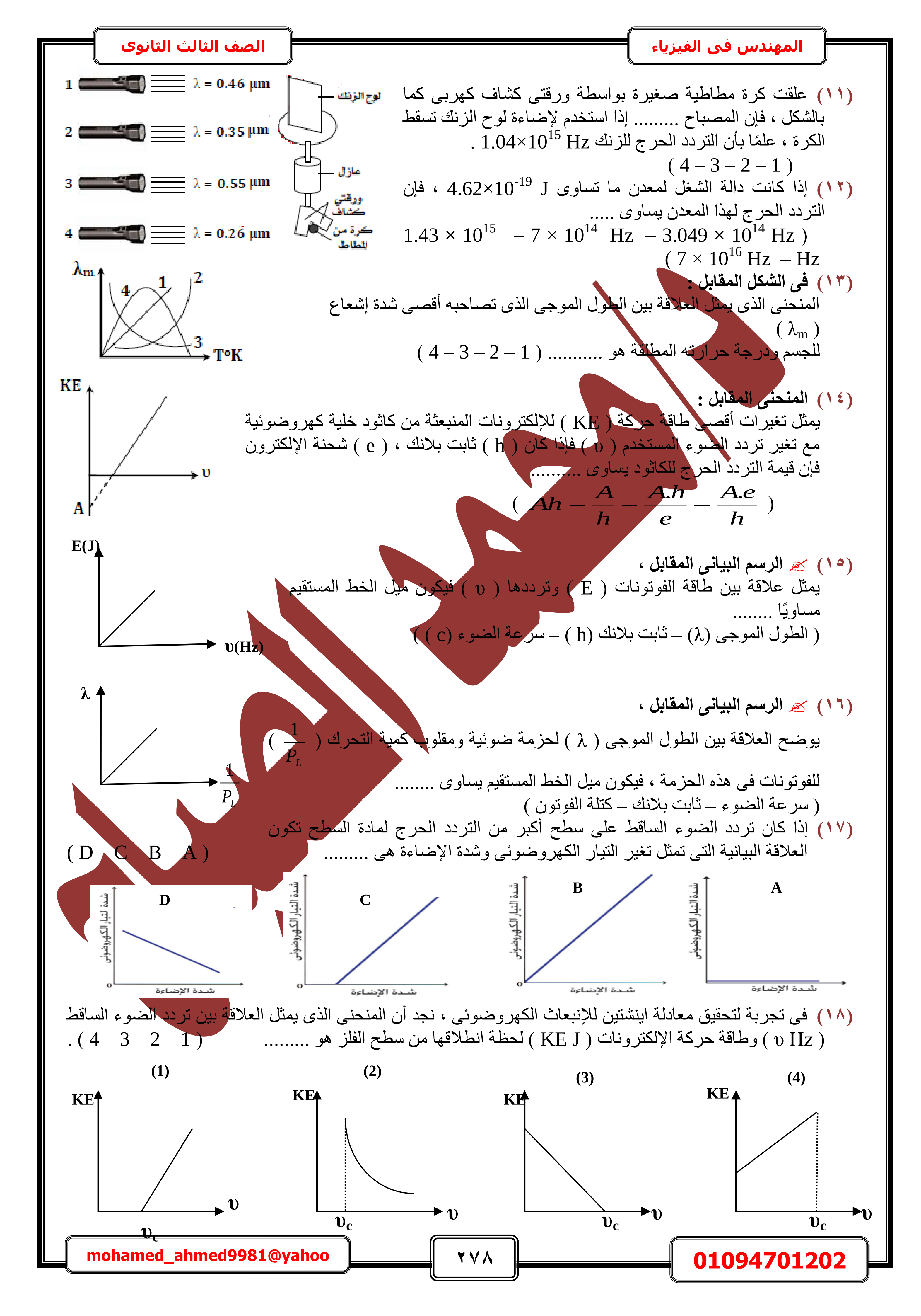
(١) الفيزياء التى تمكننا من تفسير مشاهداتنا اليومية والتجارب العادية مثل دراستنا للموجات كالصوت والضوء والحرارة والكهرباء ودراسة خصائصها .
(٢) الفيزياء التى يمكن بها تفسير ظواهر لا نراها عندما تكون على مستوى الذرة أو الجزئ .
(٣) المنحنى الذى يوضح العلاقة البيانية بين شدة الإشعاع والطول الموجى للطيف المنبعث من جسم ساخن .
(٤) ✍ الطول الموجى الذى تصاحبه أقصى شدة إشعاع (λ_m) يتناسب عكسيًا مع درجة الحرارة الكلفينية للمصدر المشع .
(٥) ظاهرة امتصاص الاجسام للإشعاع الساقط عليها ثم إشعاعه مرة أخرى .
(٦) ✍ النسبة بين طاقة الفوتون إلى تردده .
(٧) الجسم الذى يمتص كل الطاقة الإشعاعية الساقطة عليه ، ثم يعيد إشعاعها مرة أخرى .
- جسم يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة ثم يعيد إشعاعها مرة أخرى بصورة متتالية .

(٨) ✍ قوى التجاذب المتبادلة بين الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرة فى المعدن التى تمنع مغادرة الإلكترونات سطح الفلز .
(٩) ظاهرة تستخدم فى الكشف الجنائى ورصد الأجسام المتحركة فى الظلام .
(١٠) ظاهرة انبعاث الالكترونات من أسطح المعادن عند تسخينها .
(١١) ظاهرة انطلاق الالكترونات من أسطح المعادن عند سقوط الضوء عليها بتردد معين .
(١٢) ✍ الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه أى طاقة حركة .
(١٣) أقل تردد للضوء الساقط يعمل على تحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه أى طاقة حركة .
(١٤) ✍ كم من الطاقة مركز فى حيز صغير جدًا له كتلة وله كمية تحرك .
(١٥) الطول الموجى للموجة المصاحبة لجسيم متحرك يساوى النسبة بين ثابت بلانك وكمية حركة الجسيم .
(١٦) ✍ سقوط فوتون طاقته عالية على الكترون حر فيقل تردد الفوتون ويتغير اتجاهه وتزداد سرعة الإلكترون ويغير اتجاهه
- ✍ تصادم فوتون عالى التردد مع إلكترون حر حيث يقل تردد الفوتون ويغير من اتجاه حركته .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١) شدة الإشعاع عند الترددات العالية جدًا فى منحنى بلانك .... (لا تتغير – تتناقص – تتزايد – تقترب من الصفر)
(٢) فى منحنى بلانك الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع يصدر من الشمس يقع فى منطقة ....
(الأشعة فوق البنفسجية – الضوء المرئى – الأشعة تحت الحمراء – أشعة أكس)
(٣) يقل عدد الفوتونات التى يشعها الجسم الساخن كلما .....
(زادات طاقتها – قل ترددها – زاد طولها الموجى – جميع ما سبق)
(٤) أشعة X من الموجات الكهرومغناطيسية ويكون ....
- الطول الموجى لها أقل من الطول الموجى لأشعة جاما . – ترددها أقل من تردد الضوء المرئى .
- سرعتها أكبر من سرعة الأشعة تجت الحمراء . – ترددها أقل من تردد أشعة جاما .

(٥) دالة الشغل لسطح تتوقف على ....
(شدة الضوء الساقط – زمن تعرض السطح للضوء – نوع مادة السطح – فرق الجهد بين المصعد والمهبط)
(٦) طاقة أشعة المهبط تساوى .... ($2mv$ – mv - $\frac{1}{2} mv^2$ – $h\upsilon$)
(٧) ✍ يتوقف تحرير الإلكترونات من سطح المعدن فى التأثير الكهروضوئي على ....
(شدة الضوء الساقط – سرعة الضوء الساقط – تردد الضوء الساقط – زمن التعرض للضوء)
(٨) سقط فوتون ضوئى تردده 3×10^{15} Hz على سطح معدن ما ، فتحرر إلكترون دون اكتسابه أى طاقة حركة ، فإن دالة الشغل للمعدن تساوى ...... (19.8×10^{-19} J – 9.6×10^{-19} J – 2.2×10^{-19} J – 3.6×10^{-19} J)
(٩) ✍ من خصائص الفوتون...(سرعته تساوى سرعة الضوء – يمكن تعجيله – ينحرف بالمجال الكهربى – جميع ما سبق)
(١٠) سقط ضوء تردده يساوى 2×10^{14} Hz على سطح معدن دالة الشغل له تساوى 1.32×10^{-19} J ، فإن طاقة الحركة للإلكترون المتحرر تساوى .... (3.3×10^{-19} J – 2.64×10^{-19} J – 1.32×10^{-19} J – صفر)



(١١) علقت كرة مطاطية صغيرة بواسطة ورقتى كشاف كهربى كما بالشكل ، فإن المصباح .... إذا استخدم لإضاءة لوح الزنك تسقط الكرة ، علمًا بأن التردد الحرج للزنك 1.04×10^{15} Hz .
(4 – 3 – 2 – 1)

(١٢) إذا كانت دالة الشغل لمعدن ما تساوى 4.62×10^{-19} J ، فإن التردد الحرج لهذا المعدن يساوى .....
(7×10^{16} Hz – 3.049×10^{14} Hz – 7×10^{14} Hz – 1.43×10^{15} Hz)

(١٣) **فى الشكل المقابل :**
المنحنى الذى يمثل العلاقة بين الطول الموجى الذى تصاحبه أقصى شدة إشعاع (λ_m) للجسم ودرجة حرارته المطلقة هو .... (4 – 3 – 2 – 1)

(١٤) **المنحنى المقابل :**
يمثل تغيرات أقصى طاقة حركة (KE) للإلكترونات المنبعثة من كاثود خلية كهروضوئية مع تغير تردد الضوء المستخدم (υ) فإذا كان (h) ثابت بلانك ، (e) شحنة الإلكترون فإن قيمة التردد الحرج للكاثود يساوى ....
($\frac{A.e}{h}$ – $\frac{A.h}{e}$ – $\frac{A}{h}$ – Ah)

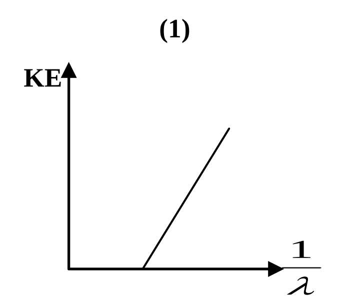
(١٥) **الرسم البيانى المقابل ،**
يمثل علاقة بين طاقة الفوتونات (E) وترددها (υ) فيكون ميل الخط المستقيم مساويًا ....
(الطول الموجى (λ) – ثابت بلانك (h) – سرعة الضوء (c))

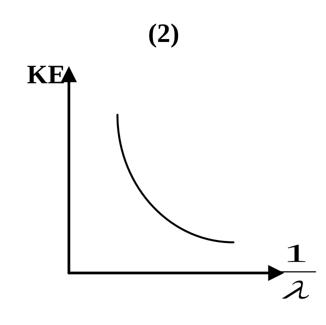
(١٦) **الرسم البيانى المقابل ،**
يوضح العلاقة بين الطول الموجى (λ) لحزمة ضوئية ومقلوب كمية التحرك ($\frac{1}{P_L}$) للفوتونات فى هذه الحزمة ، فيكون ميل الخط المستقيم يساوى ....
(سرعة الضوء – ثابت بلانك – كتلة الفوتون)

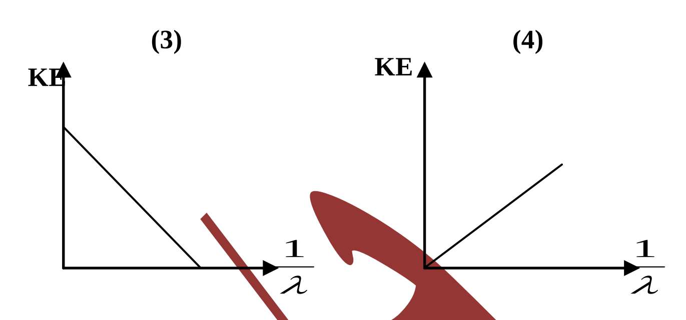
(١٧) إذا كان تردد الضوء الساقط على سطح أكبر من التردد الحرج لمادة السطح تكون العلاقة البيانية التى تمثل تغير التيار الكهروضوئى وشدة الإضاءة هى .... (D – C – B – A)

(١٨) فى تجربة لتحقيق معادلة اينشتين للإنبعاث الكهروضوئى ، نجد أن المنحنى الذى يمثل العلاقة بين تردد الضوء الساقط (υ Hz) وطاقة حركة الإلكترونات (KE J) لحظة انطلاقها من سطح الفلز هو .... (4 – 3 – 2 – 1) .

(١٩) العلاقة بين طاقة الحركة (KE) للإلكترونات المنبعثة من كاثود خلية كهروضوئية ومقلوب الطول الموجى ($\frac{1}{\lambda}$) للضوء الساقط يمثله الشكل .... (4 – 3 – 2 – 1)







(٢٠) استخدم شعاعين ضوئيين (A) ، (B) طولهما الموجى على الترتيب (590 nm) ، (450 nm) لتحرير الإلكترونات من أسطح الفلزات الموضحة بالجدول المقابل ، تكون أقصى قيمة لطاقة حركة الإلكترونات منبعثة من سطح أحد الفلزات ...(1.94 eV – 1.38 eV – 0.85 eV– 0.19 eV)

الفلز	دالة الشغل (eV)
السيزيوم	1.91
الصوديوم	2.46
الألومنيوم	4.08
الرصاص	4.14

(٢١) عند سقوط ضوء على سطح معدنى تنبعث إلكترونات عندما يكون ....
– تردد الضوء الساقط صغير
– فرق الجهد بين الآنود والكاثود صغير جداً
– طاقة الفوتون الساقط أكبر من دالة الشغل للمعدن
– طاقة الفوتون الساقط أقل من دالة الشغل للمعدن

(٢٢) فى ظاهرة التأثير الكهروضوئى ....
- يتوقف انطلاق الالكترونات على شدة الضوء الساقط .
- لا تنطلق الالكترونات من السطح المعدنى إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من القيمة الحرجة للتردد .
- تزداد طاقة حركة الالكترونات المنبعثة بنقص تردد الضوء الساقط .
- لا تتوقف قيمة التردد الحرج للضوء الساقط على نوع مادة السطح المعدنى .

(٢٣) فى تأثير كومتون النسبة بين طاقة الفوتون بعد التصادم الى طاقته قبل التصادم ...... واحد
(أكبر من – أقل من – تساوى)

(٢٤) فى ظاهرة كومتون تكون (طاقة الفوتون + طاقة الإلكترون) قبل التصادم ....
(تساوى صفر – تساويهما بعد التصادم – أقل منها بعد التصادم – أكبر منها بعد التصادم)

(٢٥) ✍ فى تأثير كومتون النسبة بين سرعة الفوتون قبل التصادم وبعد التصادم .... واحد(أكبر من – أقل من – تساوى)

(٢٦) ظاهرة كومتون تثبت ....
(الصفة الموجية للفوتونات – الصفة الجسيمية للمادة – الصفة الجسيمية للفوتونات – الصفة الموجية للمادة)

(٢٧) الطول الموجى (λ) المصاحب لأى جسم مادى يتحرك يتناسب ....مع كل من كتلة الجسم (m) وسرعته (v)
– طردى مع كل من (v,m)
– طردى مع (m) وعكسى مع (v)
– عكسى مع (m) وطردى مع (v)
– عكسى مع كل من (v,m)

(٢٨) ✍ فى ظاهرة كومتون ، يحدث لفوتون أشعة X نقص فى ....(كتلته – سرعته – نصف قطره – طوله الموجى)

(٢٩) إذا كانت دالة الشغل لفلز الصوديوم 2.46eV فإن أطول طول موجى للضوء الساقط يعمل على انبعاث الإلكترون من سطحه يساوى .... (1.2×10^{-7} m – 5.5×10^{-15} m – 5.1×10^{-7} m – 1.7×10^{-15} m)

(٣٠) عند مضاعفة تردد الضوء الساقط على سطح معدنى ، فإن دالة الشغل لذلك المعدن ....
(تقل الى الربع – تقل الى النصف – تظل ثابتة – تتضاعف)

(٣١) إذا كان التردد الحرج لأحد المعادن يقع فى منطقة الضوء الأزرق ، فإن نوع الإشعاع الذى يسمح لإلكترونات المعدن بالانبعاث هى الأشعة .... (الراديوية – الحمراء – تحت الحمراء – فوق البنفسجية)

(٣٢) يمكن زيادة طاقة الحركة للإلكترونات المنبعثة من خلية عن طريق زيادة ....
– طاقة وضع الإلكترونات
– الطول الموجى للفوتون الساقط
– تردد الفوتون الساقط
– دالة الشغل للفلز المستخدم

(٣٣) تستخدم الخلية الكهروضوئية فى ....
– شاشة التلفزيون
– تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية
– توضيح تداخل الضوء
– تحويل الطاقة الكهربية الى طاقة ضوئية .

(٣٤) الموجات الميكرومترية تستخدم فى ....
(التجسس – الاستشعار عن بعد – الرادار – الكشف عن الثروات الطبيعية فى باطن الأرض)

(٣٥) سقط ضوء أحادى اللون على سطح معدن فتحرر عدد من الإلكترونات فإذا سقط ضوء آخر ضوء آخر أحادى اللون ذو طاقة أعلى وله نفس الشدة على نفس المعدن فإن عدد الإلكترونات المتحررة .... (يزداد – يقل – لا يتغير)

(٣٦) إذا زاد تردد الفوتونات الصادرة من الجسم المتوهج فإن عددها .... (يزداد – يقل – يظل ثابت)

(٣٧) سقط ضوء أحادى اللون على سطح معدن فتحررت منه الالكترونات ، فإذا زاد تردد الضوء الساقط ، فإن عدد الالكترونات .... (يزداد – يقل – يظل ثابت)

(٣٨) سقط ضوء أحادى اللون على سطح فلز فتحررت إلكترونات من سطحه فإذا زادت شدة الضوء الساقط فإن عدد الإلكترونات المتحررة .... (يزداد – يقل – يظل ثابت)

(٣٩) عندما يصطدم فوتون بإلكترون ساكن فإن ....
– تردد الفوتون المشتت يصبح أقل من تردد الفوتون الساقط .
– الفوتون يفقد كل طاقته .
– الفوتون والإلكترون يتحركا معًا على نفس الخط .
– الإلكترون يكتسب طاقة حركة تساوى الفوتون .

(٤٠) يمكن دمج قانون بقاء الكتلة وقانون بقاء الطاقة فى علاقة أينشتين .... ($E = mc^2$, $E = ½mv^2$, $E = eV$)

(٤١) كتلة السكون للفوتون تساوى .... (صفر – $\frac{h}{\lambda}$ – $\frac{h}{\lambda c}$ – $\frac{hc}{\lambda}$)

(٤٢) كتلة الفوتون أثناء حركته تساوى .... ($\frac{h\upsilon}{c^2}$ – $zero$ – $\frac{h\upsilon}{c}$)

(٤٣) فوتون طوله الموجى (λ) وتردده (υ) تكون كمية تحركه ...... ($\frac{h}{\lambda}$ – $\frac{h\upsilon}{\lambda}$ – $\frac{hc}{\lambda}$ – $\frac{h\upsilon}{c^2}$)

(٤٤) فوتون ضوئى طوله الموجى (λ) وتردده (υ) وسرعته (c) تكون كميه تحركه.... ($\frac{h\upsilon}{c}$ – $\frac{h\lambda}{c}$ – $\frac{h}{c}$)

(٤٥) إذا كان عدد الفوتونات المرتدة عن سطح فلز فى ثانية واحدة هو Φ_L وتردد هذا الضوء υ فإن القوة المؤثرة على السطح تساوى .... ($2\frac{h}{\lambda}\Phi_L$ – $2\frac{\lambda_C}{h}\Phi_L$ – $2\frac{h\lambda}{c}\Phi_L$ – $2\frac{hc}{\lambda}\Phi_L$)

(٤٦) إذا سقط شعاع ضوئى قدرته P_W على سطح معين ، فإن القوة التى تؤثر بها حزمة الفوتونات على هذا السطح تساوى .... ($\frac{c}{2P_W}$ – $\frac{2c}{P_W}$ – $\frac{2P_W}{c}$ – $\frac{P_W}{2c}$)

(٤٧) النسبة بين كمية تحرك الفوتون وكتلته تساوى .... (سرعة الضوء – ثابت بلانك – طاقة الفوتون)

(٤٨) النسبة بين طاقة الفوتون وسرعة الضوء فى الهواء هى .... الفوتون (كتلة – تردد – كمية تحرك – طاقة حركة)

(٤٩) النسبة بين طاقة الفوتون ومربع سرعة الضوء هى .... الفوتون (كتلة – تردد – كمية تحرك – طاقة حركة)

(٥٠) النسبة بين أبعاد الفيروسات المراد رؤيتها بالميكروسكوب الإلكترونى الى طول الموجة المصاحبة لحزمة الإلكترونات المستخدمة .... واحد (تساوى – أقل من – أكبر من)

(٥١) فوتونان النسبة بين ترددهما كنسبة 1 : 2 تكون النسبة بين طاقتيهما كنسبة .... (1 : 4 , 1 : 2 , 2 : 1 , 1 : 1)

(٥٢) إحدى الخواص التالية لا تنطبق على الإلكترون ....
– الطول الموجى المصاحب له يقل بزيادة سرعته .
– له خصائص جسيمية .
– الطول الموجى المصاحب له يزداد بزيادة سرعته .
– له طبيعة موجية أثناء حركته .

****

س ٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) التردد الحرج للألومنيوم = 9.85×10^{14} Hz
(٢) دالة الشغل لمعدن للرصاص = 6.624×10^{-19} J
(٣) دالة الشغل لمعدن = 1.9 eV
(٤) [مصر ٢٠١٦] الطول الموجى المقابل للتردد الحرج لسطح معدن = $5000\ A^o$.
(٥) جهد الإيقاف فى خلية كهروضوئية = 5V .

****

س ٤ : علل لما يأتى :

(١) الضوء الصادر من المصادر المشعة يكون متغيرا
(٢) يزاح اللون الظاهر للإشعاعات الناتجة عن تسخين جسم حتى يصبح مضيء من الأحمر إلى الأصفر ثم أخيراً الى الأزرق كلما زادت درجة الحرارة .
(٣) طاقة الالكترون المنبعث من سطح معدن بواسطة الضوء البنفسجي أقل منه للضوء الأحمر .
(٤) تقع أقصى شدة إشعاع للإشعاع الصادر من الأرض فى نطاق الأشعة تحت الحمراء .
- ✍ عدم رؤية الإشعاعات الصادرة من الارض .

(٥) لم تستطيع الفيزياء الكلاسيكية تفسير منحنيات بلانك .
(٦) لم تستطيع الفيزياء الكلاسيكية تفسير الظاهرة الكهروضوئية .
(٧) يستخدم التصوير الحرارى فى مجال اكتشاف الأدلة الجنائية .
(٨) انطلاق الإلكترونات الكهروضوئية يتوقف على تردد الضوء وليس على شدته .
(٩) ✍ يمكن أن تسقط فوتونات على سطح معدني ولا تنطلق إلكترونات كهروضوئية .
(١٠) يمكن أن تنطلق إلكترونات مكتسبة طاقة حركية .
(١١) زيادة شدة الضوء تعمل على زيادة تيار الخلية الكهروضوئية .
(١٢) يفضل استخدام السيزيوم كمهبط للخلية الكهروضوئية ولا يستخدم التنجستين .
(١٣) الآنود فى الخلية الكهروضوئية مصنوع من سلك رفيع .
(١٤) الشاشة فى أنبوبة الكاثود تغطى بمادة فلورسية .
(١٥) عند سقوط فوتون من أشعة إكس على إلكترون حر تزداد طاقة الإلكترون ويغير إتجاهه .
(١٦) تنبعث إلكترونات من سطح فلز حساس عند سقوط ضوء أزرق خافت عليه بينما لا تنبعث إلكترونات عند سقوط ضوء أحمر له شدة عالية على سطح الفلز .
- بالرغم من أن مصدر الضوء الأحمر (شديد السطوع) له شدة عالية عن مصدر الضوء الازرق الإ ان مصدر الضوء الاحمر ليس له تأثير على انبعاث إلكترونات من سطح فلز حساس على عكس مصدر الضوء الأزرق الخافت .

(١٧) بزيادة شدة التيار المار فى فتيلة المصباح يتحول لونها من الأحمر الى البرتقالي .
(١٨) ظاهرة كومتون توضح الصفة الجسيمية للفوتونات .
(١٩) ظاهرة إشعاع الجسم الأسود تثبت الصفات الجسيمية للضوء (الفوتونات) .
(٢٠) للضوء طبيعة جسيمية وموجية .
(٢١) القوة التى يؤثر بها شعاع ضوئى يظهر تأثيرها على إلكترون بينما لا يظهر تأثيرها على حائط أو قطعة من النقود .
(٢٢) ✍ يقل الطول الموجى المصاحب للإلكترون بزيادة كمية تحركه .
(٢٣) ✍ لا يصلح الميكروسكوب الضوئي عن رؤية تفاصيل الفيروسات
(٢٤) القدرة التحليلية للميكروسكوب الإلكتروني كبيرة جدا .
(٢٥) ✍ كلما زاد فرق الجهد بين الكاثود والآنود فى الميكروسكوب الإلكترونى يقل الطول الموجى المصاحب للإلكترون

س ٥ : ما المقصود بكل مما يأتى :

(١) الفيزياء الكلاسيكية
(٢) فيزياء الكم
(٣) الجسم الاسود
(٤) منحنى بلانك
(٥) قانون فين
(٦) تقنية الاستشعار عن بعد
(٧) حاجز جهد السطح
(٨) ظاهرة التأثير الكهروضوئى
(٩) التردد الحرج
(١٠) ✍ دالة الشغل لفلز
(١١) ظاهرة كومتون
(١٢) الطبيعة المزدوجة للجسيم

س ٦ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى :

(١) ✍ الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع.
(٢) دالة الشغل لسطح معدن .
(٣) ✍ تحرر الإلكترونات من سطح معدن .
(٤) تولد تيار كهروضوئى فى الخلية الكهروضوئية .
(٥) طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة فى التأثير الكهروضوئى
(٦) شدة التيار الكهروضوئى .
(٧) الطول الموجى للموجة المادية المصاحبة لجسيم متحرك .
(٨) ✍ إمكانية رصد الفيروسات .

س ٧ : أذكر شرط حدوث كل مما يأتى :

(١) ✍ تحرر إلكترونات من سطح معدن عند سقوط الضوء عليه .
(٢) ✍ رؤية تفاصيل تركيب جسم دقيق باستخدام الميكروسكوب .

س ٨ : أذكر الفكرة العلمية (الأساس العلمى) الذى يعتمد عليه كل مما يأتى :

(١) أجهزة الاستشعار عن بعد . (٣) ✍ أنبوبة أشعة الكاثود .
(٢) ✍ الخلية الكهروضوئية . (٤) ✍ الميكروسكوب الإلكترونى .

س ٩ : ما النتائج المترتبة على :

(١) ارتفاع درجة حرارة المصدر المشع بالنسبة للطول الموجى الذى يصدر عنده أقصى شدة إشعاع
(٢) انتقال الذرة من مستوى أعلى للطاقة الى مستوى أدنى للطاقة .
(٣) تسخين سطح معدنى لدرجة حرارة عالية جدًا
(٤) ✍ سقوط شعاع ضوئى ذو تردد كبير على سطح فلز بتردد أقل من التردد الحرج .
(٥) سقوط ضوء على سطح معدنى بتردد أعلى من التردد الحرج .
- ✍ سقوط ضوء طاقته أكبر من دالة الشغل للسطح .

(٦) ✍ زيادة جهد الشبكة فى أنبوبة أشعة الكاثود بالنسبة لشدة الاضاءة على الشاشة الفلوريسية .
(٧) ✍ سقوط فوتون من أشعة جاما (γ) على إلكترون حر .
(٨) سقوط فوتونات على سطح المسافات البينية لذراته أقل من الطول الموجى للفوتونات .
(٩) سقوط فوتونات على سطح المسافات البينية لذراته أكبر من الطول الموجى للفوتونات .
(١٠) زيادة كمية حركة جسيم بالنسبة للطول الموجى المصاحب له .
- ✍ زيادة سرعة إلكترون بالنسبة لطوله الموجى .

س ١٠ : ماذا يحدث لكل مما يأتى (مع ذكر السبب إن أمكن) :

(١) شدة الإشعاع عند الأطوال الموجية القصيرة جدًا أو الطويلة جدًا .
(٢) عدد فوتونات الإشعاع عند الترددات العالية جدًا فى منحنى بلانك .
(٣) ✍ شدة التيار الكهروضوئى عند سقوط ضوء تردده أكبر من التردد الحرج على سطح معدن مع زيادة شدة الضوء الساقط تدريجيًا .
(٤) ✍ زيادة شدة الضوء الساقط (تردده أكبر من التردد الحرج للمعدن) على سطح معدنى فى أنبوبة مفرغة من الهواء الى الضعف (بالنسبة للطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من السطح المعدنى)

س ١١ : قارن بين كل من :

(١) ✍ الإشعاع الصادر من الشمس (جسم متوهج) والإشعاع الصادر من المصباح الكهربى (من حيث :درجه الحرارة تردد كل منهما – قيمة الطول الموجى الذى تصاحبه أقصى شدة إشعاع – المنطقة التى يقع فيها هذا الطول الموجى – نسبة الضوء المرئى من الطيف الناتج) .
(٢) الاشعاع الصادر من الشمس " جسم متوهج " والاشعاع الصادر من الأرض " جسم غير متوهج " (من حيث المنطقة التى يقع فيها أقصى شدة إشعاع .
(٣) التفسير الكلاسيكى وتفسير اينشتين للظاهرة الكهروضوئية ، من حيث : تأثير شدة الضوء على طاقة الحركة – تأثير شدة الضوء على شدة التيار الكهروضوئى الناتج – زمن تحرير الإلكترونات – تردد الضوء الساقط .
(٤) ✍ تأثير زيادة تردد الضوء وزيادة شدة الضوء على الإلكترونات المنبعثة بالتأثير الكهروضوئى .
(٥) ✍ الإلكترون والفوتون .
(٦) ✍ الميكروسكوبى الإلكترونى و الضوئى من حيث (نوع الأشعة المستخدمة ، نوع العدسات المستخدمة ، القدرة التحليلية)

س ١٢ : أذكر تطبيقا واحدا لكل مما يأتى :

(١) ✍ الأشعة تحت الحمراء . (٣) ✍ انبعاث إلكترونات من سطح معدن عند تسخينه .
(٢) ✍ الظاهرة الكهروحرارية . (٤) ✍ الخاصية المزدوجة للإلكترونات (مبدأ دى برولى للجسيمات) .

س ١٣ : أكر استخداماً واحدا لكل مما يأتى :

(١) ✍ الموجات الميكرومترية . (٢) ✍ التصوير الحرارى . (٣) ✍ أنبوبة أشعة الكاثود .
(٤) الشبكة فى أنبوبة أشعة الكاثود . (٥) الألواح X ,Y فى أنبوبة أشعة الكاثود . (٦) ✍ الخلية الكهروضوئية .

(٧) ✍ المجالات الكهربية أو المغناطيسية فى أنبوبة أشعة الكاثود . (٨) المجهر الإلكترونى .

س ١٤ : أسئلة متنوعة :

(١) فى الشكل المقابل :
أ- ما اسم هذه المنحنيات ؟
ب-لماذا فشلت النظرية الكلاسيكية للضوء فى تفسير الجزء الأيسر من هذه المنحنيات ؟
ت-ما المقصود بـ (λ_m) ؟
ث-أذكر اسم ونص القانون الذى يربط بين (λ_m) ودرجات الحرارة المطلقة للجسم المشع .
ج-ماذا يحدث كلما زادت درجة حرارة الجسم الساخن ؟

****

(٢) ✍ أشرح كيف استطاع بلانك أن يفسر ظاهرة اشعاع الجسم الأسود .
(٣) ✍ متى تقترب من الصفر : شدة الاشعاع على منحنى بلانك
(٤) ✍ اذكر ثلاث من الاستفادات الناتجة من دراسة الإشعاعات الصادرة من الأرض ومن الاجسام الأخرى .
(٥) ✍ أذكر فروض أينشتين لتفسير الظاهرة الكهروضوئية .
(٦) ✍ اشرح لماذا فشلت النظرية الموجية فى تفسير التأثير الكهروضوئى وكيف فسر أينشتين النتائج العملية لهذه الظاهرة ؟

****

(٧) أذكر الكميات الفيزيائية التى تقاس بالوحدات التالية :
(أ) ✍ $kg.m^2.s^{-1}$. (ب) J.s

****

(٨) من دراستك لظاهرة التأثير الكهروضوئى ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار الكهروضوئى وشدة الإضاءة فى الحالات الآتية :
(أ) عندما يكون تردد الفوتون الساقط أقل من التردد الحرج .
(ب)✍ عندما يكون تردد الفوتون الساقط أكبر من التردد الحرج .

****

(٩) الشكل المقابل يبين العلاقة بين طاقة الحركة للإلكترونات (KE) المنبعثة من سطح معدنى مع تردد الفوتونات الساقطة عليه :

- اكتب ما تدل عليه الكميات x , y
- ثم اكتب العلاقة الرياضية التى تربط بينهم .

(١٠)✍ اذكر العلاقة الرياضية التى تدل على كل مما يأتى :
(أ) العلاقة بين الكتلة والطاقة حسب إثبات أينشتين .
(ب) القوة الناتجة من تصادم فوتونات على سطح بمعدل Φ_L

****

(١١). الشكل المقابل يمثل ظاهرة ما :
أ- ما اسم هذه الظاهرة ؟ وما الخاصية التى تثبتها ؟
ب- هل تزداد سرعة الإلكترون المشتت ؟ ولماذا ؟
ت- اكمل : ١- كمية الحركة قبل التصادم = ...
٢- (طاقة الفوتون+ طاقة الإلكترون) بعد التصادم = ...
٣- بعد التصادم فإن كتلة الفوتون .... وطاقته .... وكمية تحركه .... وتردده ...... وطوله الموجى .....
ث- ايهما أكبر الطول الموجى للفوتون الساقط أم الطول الموجى للفوتون المشتت ؟ ولماذا ؟

****

(١٢) ✍ اثبت ان القوة التى يؤثر بها شعاع ضوئى P_W عندما يسقط على سطح تتعين من العلاقة : $F = \frac{2P_W}{C}$

- اوجد رياضيًا القوة التى يؤثر بها شعاع من الفوتونات على سطح ما .

****

(١٣) شعاع ضوئى تردده (υ) يسقط على سطح ثم ينعكس ، فإذا فرضنا أن عدد الفوتونات الساقطة (Φ_L) فوتون فى الثانية الواحدة فإن :

(أ) كمية حركة الفوتون الساقط = ...

(ب)كمية حركة الفوتون المنعكس = ...

(ت)التغير فى كمية حركة الفوتون = ...

(ث) ✍ معدل التغير الكلى فى كمية حركة الفوتونات = ...

(ج) القوة التى يؤثر بها الشعاع الضوئى على السطح = ...

****

(١٤) ✍ أذكر اسم الجهاز الذى يعتمد عمله على الخاصية المزدوجة للإلكترونات ، مع ذكر استخدام واحد له .

****

(١٥) أذكر العوامل التى يمكنك عن طريقها تقليل مقدار

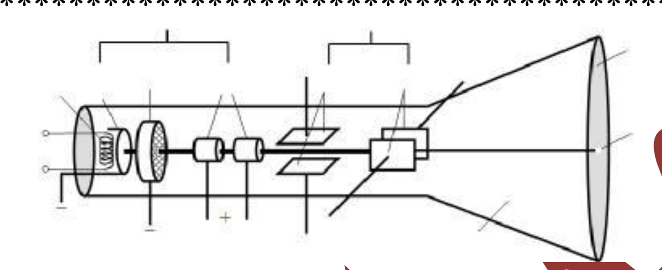
(أ) الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع منبعث من الجسم الأسود .

(ب)شدة التيار الكهروضوئى المنبعث من سطح معدن .

(ت) ✍ الطول الموجى للشعاع الإلكترونى .

****

(١٦) فى الشكل المقابل



(أ) ما اسم هذا الجهاز .

(ب)فيم يستخدم ؟

(ت)ما هى فكرة عمله ؟

(ث)اكتب البيانات على الرسم ؟

(ج) اذكر احد التطبيقات لهذا الجهاز فى الحياة العملية .

(ح) ما وظيفة الالواح (X , Y)

****

(١٧) فى الشكل المقابل

(أ) ما اسم هذا الجهاز ؟وفيما يستخدم ؟

(ب)ما هى فكره عمله ؟

(ت)اكتب البيانات على الرسم

(ث)اذكر مع التعليل ماذا يحدث إذا سقط على هذا الجهاز شعاع ضوئى .

i.تردده أقل من التردد الحرج للمعدن .

ii.تردده يساوى التردد الحرج للمعدن .

iii.تردده أكبر من التردد الحرج للمعدن

****

(١٨) استخدمت الألوان الثلاثة الموضحة فى الجدول المقابل كل على حدة مع خلية كهروضوئية ، لم يمر تيار فى دائرة الخلية مع اللون الأصفر فى حين يمر تيار فى حالة البنفسجي والأخضر . أجب عما يلى :

اللون	التردد
أصفر	5.5×10^{14} Hz
أخضر	6×10^{14} Hz
بنفسجي	7.5×10^{14} Hz

(أ) بم تفسر الحالة السابقة ؟

(ب)عند زيادة شدة كل من الأصفر والأخضر ، ماذا تلاحظ ؟ مع التفسير .

(ت)ماذا يحدث لطاقة الحركة عند زيادة شدة إضاءة البنفسجي ؟

(ث)أيهما أكبر طاقة حركة ؟

i.إلكترون منبعث من الخلية مع الضوء الأصفر .

ii.إلكترون منبعث من الخلية مع الضوء البنفسجي .

****

(١٩) ✍ استنتج العلاقة بين الطول الموجى للفوتون وكميه حركته الخطية .

- ✍ أثبت رياضيًا أن الطول الموجى المصاحب لحركة فوتون يتناسب تناسبًا عكسيًا مع كميه تحركه الخطية .

****

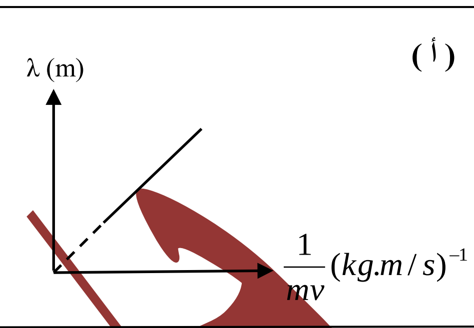
(٢٠) اكتب الكميات الفيزيائية التى تتعين من العلاقات الآتية :

(أ) $\frac{h\upsilon}{c^2}$ (ب) $\frac{h\upsilon}{c}$ (جـ) $\frac{h}{P_L}$ (د) $\frac{h}{\lambda c}$

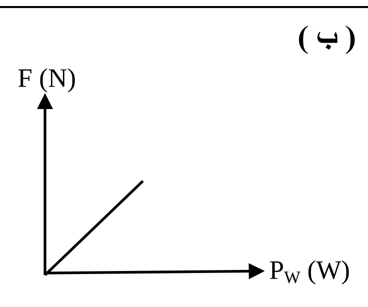
(هـ) $\frac{h}{\lambda}$ (و) $\frac{hc}{\lambda}$ (ز) $\frac{P_W}{h\upsilon}$ (ح) $\frac{2P_W}{c}$

(٢١) ✍ اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل لكل مما يأتى :

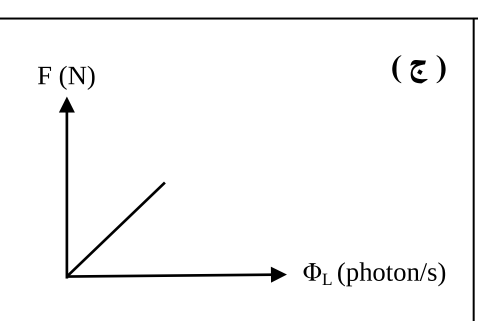
(أ)



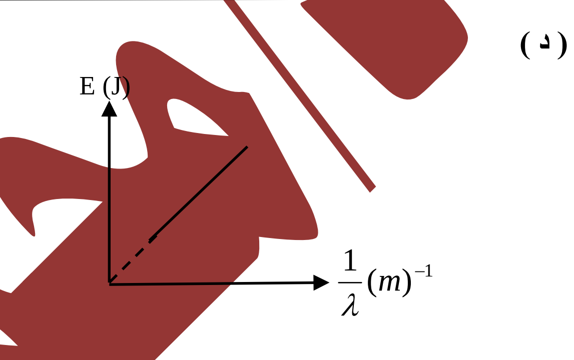
(ب)



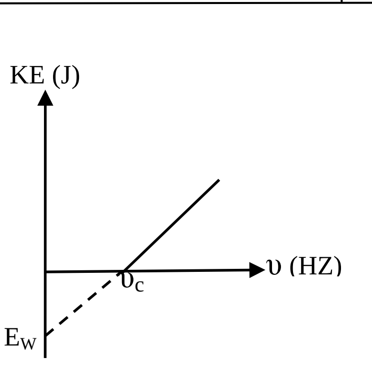
(ج)



(د)



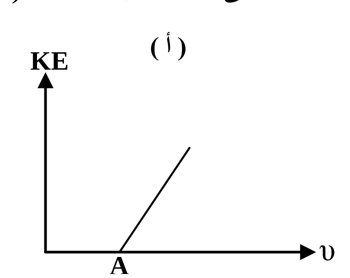
(هـ)



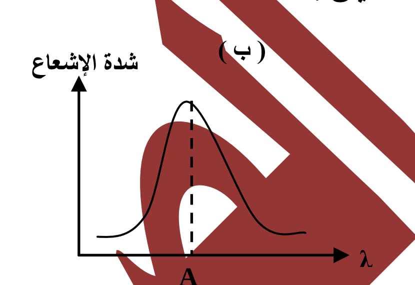
****

(٢٢) ✍ اكتب الكمية التى تدل عليها النقطة (A) فى الشكلان البيانيان التاليان :

(أ)



(ب)



****

(٢٣) ✍ اكتب العلاقة الرياضية المعبرة عن سرعة الإلكترونات المتحررة من الفتيلة فى الميكروسكوب الإلكترونى .

****

(٢٤) ✍ إذا زادات شدة الضوء الساقط على خلية كهروضوئية الى الضعف وكان تردده أكبر من التردد الحرج لمادة مهبط الخلية . وضح أثر ذلك على كل من ❶ شدة التيار الكهروضوئى ❷ طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة .
(مع بيان السبب فى كل حالة) .

س ١٥- مسائل

استخدم الثوابت التالية فى جميع المسائل عند الحاجة إليها : كتلة الإلكترون = 9.1×10^{-31} kg ، سرعة الضوء فى الفراغ 3×10^{8} m/s ، وثابت بلانك = 6.625×10^{-34} J.s .

س ١٥-١ : مسائل على قانون فين :

(١) إذا كان الطول الموجي عند أقصى شدة إشعاع للشمس 0.5×10^{-9}m ودرجة حرارة الغلاف حول الشمس 6000^oK احسب درجة حرارة جسم مشع الطول الموجي لفوتوناته 6×10^{-9}m **[500K]**

س ١٥-٢ : مسائل على ظاهرة التأثير الكهروضوئى :

(٢) إذا كان الطول الموجي المقابل للتردد الحرج للبوتاسيوم 6200°A احسب دالة الشغل لسطح البوتاسيوم . [32×10^{-20}J]

****

(٣) تحررت إلكترونات من سطح معدن بسرعة 4.6×10^{5} m/s فإذا كان الطول الموجي للضوء الساقط 623 nm ، احسب التردد الحرج لهذا السطح ، و دالة الشغل لهذا السطح . [3.347×10^{14} Hz , 2.22×10^{-19} J]

****

(٤) سقط ضوء على سطح معدنى دالة الشغل له 3eV **احسب :**

(أ) أقل تردد للضوء يعمل على انبعاث الإلكترونات الكهروضوئية . [7.25×10^{14} Hz]

(ب)أكبر طول موجى للضوء يعمل على انبعاث الإلكترونات الكهروضوئية . [4.14×10^{-7} m]

(ت)تردد الضوء الذى يعمل على انبعاث إلكترونات كهروضوئية طاقة حركتها 2eV . [1.21×10^{15} Hz]

****

(٥) إذا كانت الطاقة اللازمة لتحرر إلكترون من سطح فلز 3.968×10^{-19} J وعند سقوط ثلاثة أضواء أحادية اللون أطوالها الموجية 5000 A°, 6200 A°, 7000 A°

(أ) أى من هذه الأضواء يؤدى سقوطه على سطح هذا الفلز الى تحرر الإلكترون ؟

(ب)احسب

i. طاقة الإلكترون المتحرر .

ii. سرعة هذا الإلكترون . [7.288×10^{-22} J , 40×10^{3} m/s]

****

(٦) عند سقوط ضوء أحادي اللون طوله الموجي 4000A° على سطح فلز انبعثت منه إلكترونات بسرعة مقدارها 5.3×10^{5}m/s فإذا سقط ضوء آخر أحادي اللون طوله الموجي 5500 A° فهل تنبعث إلكترونات من سطح الفلز في هذه الحالة ؟ فسر إجابتك رياضيا [**لا تنبعث**]

****

(٧) إذا كانت دالة الشغل لمعدن 3.968×10^{-19} جول فإذا سقط فوتون طوله الموجي 6200 A° على سطح هذا المعدن فهل تنبعث إلكترونات من سطحه ؟ ولماذا؟ وإذا سقط فوتون آخر طوله الموجي A° 5000 على نفس سطح هذا المعدن . ماذا يحدث ؟ ولماذا؟ [**أولا : لا تنبعث ثانيا : تنبعث**]

****

(٨) إذا كانت طاقة الحركة للإلكترون المنبعث من سطح معدني 1.6×10^{-19} جول بينما يسقط على المعدن ضوء تردده 7.5×10^{14} ذ/ث احسب أقل تردد يلزم لتحرير الإلكترون . [5.075×10^{14}Hz]

****

س ١٥-٣ : مسائل على القوة التى تؤثر بها حزمة الفوتونات على سطح :

(٩) احسب القوة التى يؤثر بها شعاع قدرته 1000 Kw على سطح . [6.67×10^{-3}N]

****

(١٠) شعاع قدرته 100kw يؤثر على جسم كتلته 10kg – ما مقدار القوة التي يؤثر بها الشعاع على الجسم – وإذا أثر نفس الشعاع على إلكترون كم تكون القوة – ما تعليقك على النتيجة [0.67×10^{-3}N]

****

(١١) سقط شعاع ضوئى قدرته 4000 W على سطح منضدة احسب قوة حزمة الضوء ، وهل تتحرك المنضدة . [2.67×10^{5} N]

س ١٥-٤ : مسائل على الطبيعة المزدوجة للضوء والجسيم :

(١٢) إذا كان طول الموجة المصاحب لفوتون 400nm احسب : تردد الفوتون - كتلة الفوتون المتحرك - كتلة الفوتون الساكن - كمية حركته [1.656×10^{-27}Kg.m.s^{-1} - 0 - 5.25×10^{-36}Kg - 7.5×10^{14} Hz]

****

(١٣) احسب الطول الموجي لقذيفة على شكل كرة كتلتها 80g تتحرك بسرعة 20m/s ثم احسب الطول الموجي لإلكترون يتحرك بنفس السرعة [4.14×10^{-34}m – 3.64×10^{-5}m]

****

(١٤) تتحرك حشرة بسرعة 12 m/s فإذا كان الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الحشرة 5.5×10^{-30} m ، فما كتلة هذه الحشرة ؟ [10^{-5} kg]

(١٥) احسب كتلة الفوتونات في حالة أشعة X وأشعة γ إذا كان الطول الموجى لكل منهما على الترتيب 0.05 nm , 100 nm .
[2.2×10^{-35} kg , $4,42\times10^{-32}$ kg]

****

(١٦) ✍ شعاع ضوئي طوله الموجي 8×10^{-7}m وقدرته 200W يسقط على سطح معين احسب:
١) كمية تحرك الفوتون **[8.28×10^{-28}kg.m/s]**
٢) القوة التي يؤثر بها الشعاع على هذا السطح **[1.33×10^{-6}N]**

****

(١٧) إذا كان الطول الموجي المصاحب لإلكترون معجل 72nm احسب كمية حركة هذا الإلكترون ثم احسب سرعته
[9.2×10^{-27}kg.m/s – 10^4m/s]

****

(١٨) إذا علمت أن كتلة الإلكترون 9.1×0^{-31}kg و كتلة البروتون 1.6×10^{-28}kg وكان الإلكترون يتحرك بسرعة ثلاثة أمثال البروتون قارن بين الطول الموجي المصاحب لهما
[58.6 : 1]

****

(١٩) إذا كانت النسبة بين سرعتي جسمين متحركين 10:3 والنسبة بين الطول الموجي لهما كنسبة 1:25 كم تكون النسبة بين كتلتيهما
[2 : 15]

****

(٢٠) إذا علمت أن إلكترون يتحرك بسرعة 4×10^6m/s احسب كل من كمية حركة الإلكترون ، الطول الموجي المصاحب لحركته .
[1.82A° - 3.64×10^{-24}kg.m/s]

****

(٢١) ✍ تبث إحدى الإذاعات برامجها على موجة ترددها 92.4 M Hz احسب:
١) طاقة الفوتون الواحد المنبعثة من هذه المحطة **[6.12×10^{-26} J]**
٢) عدد الفوتونات المنبعثة في الثانية الواحدة إذا كانت قدرة المحطة 100kw **[1.63×10^{30} photons]**

****

(٢٢) ✍ احسب مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها الإلكترون لكي تصاحب حركته موجة طولها 1A° **[7.28×10^6m/s]**

****

(٢٣) شعاع ضوئى طوله الموجى 400 nm وقدرته 5 Kw احسب طاقة الفوتون ومعدل سقوط الفوتونات وعدد الفوتونات الساقطة خلال 4 ns والقوة التى يؤثر بها شعاع الفوتونات على جسم كتلته 10 gm ، وماذا يحدث لو كان هذا الجسم إلكترون مبينًا العجلة التى سوف يتحرك بها .
[4.97×10^{-19} J , 10^{22} photon/s , 4×10^{13} photon , ⅓ $\times10^{-4}$ N , 3.66×10^{25} m/s^2]

****

س ١٥-٥ : مسائل على أنبوبة شعاع الكاثود والميكروسكوب الإلكترونى :

(٢٤) إذا استخدم فرق جهد 500V بين الآنود والكاثود لميكروسكوب إلكتروني إحسب طول موجة دي براولي المصاحبة لشعاع الإلكترون .
[5.49×10^{-11}m]

****

(٢٥) تعرض إلكترون لفرق جهد مقداره 20kv احسب سرعته عند التصادم مع المصعد ، الطول الموجي المصاحب لحركته وكمية حركته.
[83.86×10^6m/s , 8.68×10^{-12}m, 7.6×10^{-23}kg.m/s]

****

(٢٦) أوجد أقل طول موجى موجود فى الإشعاع المنبعث من أنبوبة أشعة الكاثود التى يكون جهد تعجيلها 5×10^4 V
[5.47×10^{-12} m]

****

(٢٧) ✍ استخدم ميكروسكوب إلكتروني لرؤية جسم طوله $4A^0$ فإذا كانت سرعة الإلكترونات المعجلة 2×10^6 م/ث فهل يمكن رؤية هذا الجسيم بهذا الميكروسكوب ولماذا؟
[يمكن]

****

(٢٨) ✍ ميكروسكوب إلكتروني يستخدم لرؤية فيروس طوله 18×10^{-12} متر احسب فرق الجهد المطلوب **[4651.95 V]**

(٢٩) إذا كانت أقل مسافة يمكن رصدها بمجهر إلكترونى 1 nm ، احسب سرعة الإلكترون وجهد المصعد .
[728×10^3m/s , 1.5 V]

س ١٥-٦ : علاقات بيانية :

(٣٠) ✍ الجدول التالي يوضح العلاقة بين الطول الموجي (λ) لموجة كهرومغناطيسية ومقلوب كمية الحركة الخطية $(1/P_L)$ لفوتوناتها :

$\lambda \times 10^{-10}$ m	1	3	5	7	9	10
$(1/P_L)\times10^{22}$ $(kg.m/s)^{-1}$	15.1	45.3	75.5	105.7	135.9	151

أ) ارسم العلاقة البيانية بين (λ) على المحور الرأسي ، $(1/P_L)$على المحور الأفقي

ب) من الرسم أوجد: ١) ثابت بلانك **[6.625×10^{-34}J.s]**

٢) كمية الحركة الخطية المقابلة للطول الموجي 6A° **[1.1×10^{-24}kg.m/s]**

****

(٣١) الجدول التالي يوضح العلاقة بين طاقة الحركة $(\frac{1}{2}mv^2)$ لإلكترونات منبعثة من سطح فلز عندما يسقط عليه ضوء بأطوال موجية مختلفة :

$\frac{1}{2}mv^2\times10^{-20}$ J	3.6	5.6	9.2	14	18	23.6
$\lambda\times10^{-9}$ (m)	575	545	500	440	405	365

أ) إرسم العلاقة البيانية بين طاقة الحركة $\frac{1}{2}mv^2$ على المحور الرأسي ، التردد υ على المحور الأفقي

ب) من الرسم أوجد : ١) الطول الموجي الحرج ٢) دالة الشغل لمادة الفلز ٣) ثابت بلانك

[6.25×10^{-34} J.s - 30×10^{-20}J - 6.52×10^{-7}m]

****

(٣٢) ✍ الجدول التالي يوضح العلاقة بين فرق الجهد V ومربع سرعة الإلكترونات V^2 المنبعثة من مهبط أنبوبة أشعة الكاثود

V(V)	100	200	300	X	500	600
$V^2\times10^{13}(m^2/s^2)$	3.5	7	10.5	14	17.5	Y

ارسم العلاقة البيانية بين V على المحور الأفقي ، V^2 على المحور الرأسي ومن الرسم أوجد :

a. قيمة X,Y **[400V , 21×10^3m^2/s^2]**

b. الطول الموجي عندما يكون جهد المصعد 700V **[4.65×10^{-11}m]**

س ١١-٧ : أفكار مميزة :

(٣٣) سقط ضوء أحادى اللون طوله الموجي λ على سطح معدن فكانت طاقة الحركة للإلكترونات المنبعثة 1.6×10^{-19} J وعندما سقط ضوء أحادى اللون طوله الموجي $\frac{\lambda}{2}$ على نفس السطح كانت طاقة الحركة للإلكترونات المنبعثة 6.4×10^{-19} J ، احسب دالة الشغل لهذا السطح . **[3.2×10^{-19} J]**

****

(٣٤) عند سقوط ضوء أحمر طوله الموجي 670 nm على سطح معدن ما تنبعث إلكترونات من هذا السطح ، وعند سقوط ضوء أخضر طوله الموجي 520 nm على نفس السطح تنبعث منه إلكترونات فإذا كانت طاقة الحركة للإلكترونات المنبعثة فى هذه الحالة تساوى 1.5 طاقة الحركة للإلكترونات المنبعثة فى الحالة الأولى ، احسب دالة الشغل لهذا السطح **[1.25×10^{-19} J]**

****

(٣٥) إلكترون حر تعرض لفرق جهد 5 KV احسب

اولا : طاقة حركته ، وسرعته ، وكميه تحركه ، الطول الموجي المصاحب له .

ثانيا : إذا كان هذا الإلكترون يتحرك من اليسار الى اليمين مخترقًا مجال مغناطيسي كثافة فيضة B واتجاهه للداخل ، فهل ينحرف الإلكترون ؟ وما هو مقدار واتجاه القوة المؤثرة عليه ؟ وما هو تأثيرها على سرعة الإلكترون ؟

ثالثا : إذا كان هذا الإلكترون يتحرك من اليسار الى اليمين مخترقًا مجال كهربى شدته ε واتجاهه لأسفل ، فهل ينحرف الإلكترون ؟ وما هو مقدار واتجاه القوة المؤثرة عليه ؟ وما هو تأثيرها على سرعة الإلكترون ؟

****

(٣٦) ✍ يبين الجدول المقابل بعض الأشعة الضوئية (ترددها وشدتها) المستخدمة فى دراسة الظاهرة الكهروضوئية عندما تسقط على سطح معدن دالة الشغل له 4.6375×10^{-19} J .

الضوء	التردد	الشدة
أصفر	5.5×10^{14} Hz	متوسطة
أخضر	6×10^{14} Hz	قوية
بنفسجى	7.5×10^{14} Hz	ضعيفة

(أ) أى من هذه الأشعة يحرر الإلكترونات من سطح المعدن ، ولماذا ؟

(ب) احسب القيمة العظمى لطاقة حركة الالكترونات المنبعثة .

[3.3125×10^{-20} J – البنفسجى]

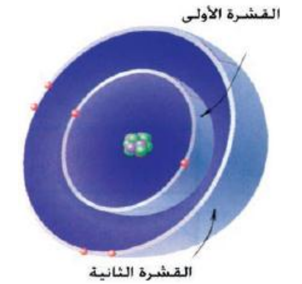
****

الفصل السادس
الأطيـــاف الــذريـــة

الذرة ترجع كلمة الذرة إلى اللغة الإغريقية ومعناها الوحدة التي لا تنقسم وقد وضع العلماء تصورات مختلفة لتركيب الذرة

نموذج ذرة بور

قام بور بدراسة تصورات العلماء السابقين له للذرة ، وتوصل الى نموذج لذرة الهيدروجين مستخدمًا تصورات العالم رذرفورد



وهي:

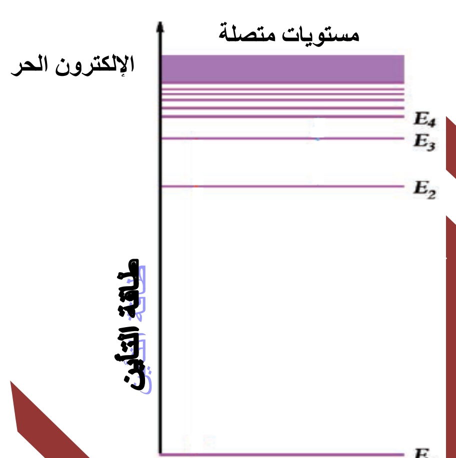
❶ توجد عند مركز الذرة نواة موجبة الشحنة .
❷ تتحرك الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواه في مستويات طاقة محددة تعرف بالأغلفة ولا يصدر الإلكترون إشعاعًا طالما كان متحركًا في مستوى الطاقة الخاص به.
❸ الذرة متعادلة كهربيًا حيث أن عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات) حول النواه يساوي عدد الشحنات الموجبة التي تحملها النواه .

⇦ ثم أضاف الفروض الثلاثة الهامة التالية

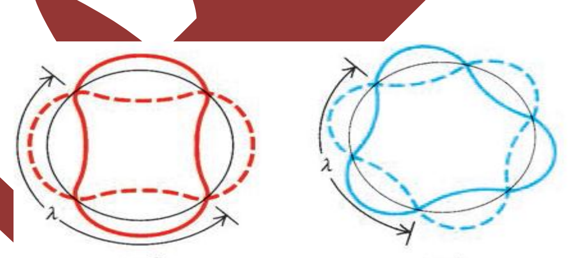
❶ القوى الكهربية (قانون كولوم) و القوى الميكانيكية (قانون نيوتن) قابلة للتطبيق في مجال الذرة
❷ يمكن حساب نصف قطر مدار الإلكترون تقديريًا من العلاقة :

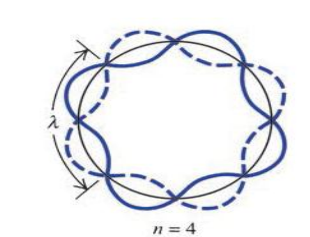
$$2\pi r = n\lambda$$

وذلك باعتبار أن الموجة المصاحبة له تمثل موجة موقوفة كما بالشكل التالي :



مستويات الطاقة بالذرة





❸ عندما ينتقل إلكترون من مستوى طاقة أعلى (E_2) الى مستوى أدنى للطاقة (E_1) ، ينطلق نتيجة لذلك فوتون طاقته تساوى الفرق بين طاقتي المستويين ($\Delta E = h\upsilon = E_2 - E_1$)

الطيف الخطي لذرة الهيدروجين (إنبعاث الضوء من ذرة بور)

عندما تكتسب ذرات الهيدروجين طاقة فإنها تثار ، ويلاحظ التالي :

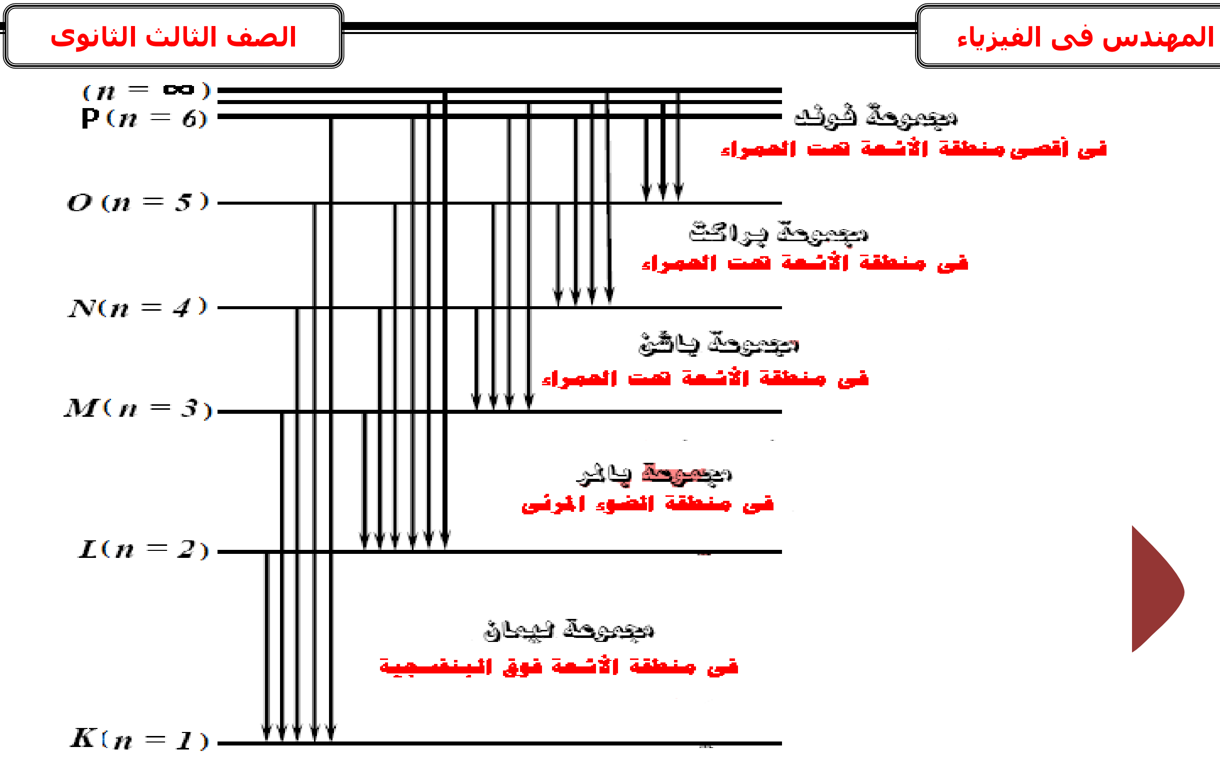
❶ لا تثار الذرات كلها بنفس الدرجة ، ولذلك تنتقل الإلكترونات في الذرات المختلفة من المستوى الأول K حيث ($n=1$) الى مستويات مختلفة أعلى منه ($n = 2$ or 3 or 4....)
❷ يمكن حساب طاقة أى مستوى (E_n) فى ذرة الهيدروجين من العلاقة

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \quad (\text{eV})$$

حيث:
الطاقة (بالجول) = الطاقة (بالإلكترون فولت) × شحنة الإلكترون (بالكولوم)

❸ لا تبقى الإلكترونات في مستويات الطاقة العالية إلا لفترة قصيرة جدًا (حوالي 10^{-8}s) ثم تهبط إلى مستويات طاقة أدنى .
❹ عندما يهبط إلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل فإنه يفقد فرق الطاقة على شكل إشعاع (فوتون) تردده (υ) وطاقته ($h\upsilon$) حيث : $h\upsilon = E_2 - E_1$ ، $\lambda = \frac{C}{\upsilon}$

❹ يتكون الطيف الخطي للهيدروجين من خمس مجموعات أو متسلسلات ، وتترتب هذه المسلسلات كالتالى :



	سلسلة ليمان	سلسلة بالمر	سلسلة باشن	سلسلة براكت	سلسلة فوند
ناتجة عن إنتقال الإلكترون من المستويات الأعلى إلى المستوى	الأول K n = 1	الثاني L n = 2	الثالث M n = 3	الرابع N n = 4	الخامس O n = 5
تقع في	منطقة الأشعة فوق البنفسجية	منطقة الضوء المرئي	بداية منطقة الأشعة تحت الحمراء	منطقة الأشعة تحت الحمراء	أقصى منطقة الأشعة تحت الحمراء
الطول الموجي	أقل طول موجي	⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦⇦			أعلى طول موجي
التردد	أعلى تردد	⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨⇨			أقل تردد

لحساب طاقة الإشعاع

تنبعث أكبر طاقة (أقل طول موجي)	تنبعث أقل طاقة (أكبر طول موجي)
عند إنتقال الإلكترون من مستوى الطاقة في مالا نهاية (E_∞) إلى مستوى الطاقة الأدنى (E_n) $E_\infty - E_n = \frac{hC}{\lambda}, E_\infty = 0$	عند إنتقال الإلكترون من مستوى الطاقة $E_{(n+1)}$ إلى مستوى الطاقة الأدنى (E_n) $E_{(n+1)} - E_n = \frac{hC}{\lambda}$

م	علل لما يلى	الاجابة
١	عندما يهبط إلكترون من مستوى الطاقة العالي إلى مستوى الطاقة الأدنى فإنه يصدر إشعاعا	لأن الإلكترون يفقد مقدار من الطاقة يساوي الفرق بين طاقتي المستوى فيظهر على شكل إشعاع طاقته $h\upsilon = [E_2 - E_1]$.
٢	تكون عدة سلاسل طيفية عند إثارة مجموعة من ذرات الهيدروجين	لأن ذرات الهيدروجين لا تستثار كلها بنفس الدرجة فتنتقل الذرات الى مستويات إثارة مختلفة ثم تعود بعد فترة قصيرة جدًا الى مستويات أدنى مختلفة في الطاقة فينبعث منها فوتونات بطاقات مختلفة مكونة عدة مجموعات .

٣	**مجموعة ليمان في طيف ذرة الهيدروجين أعلاها طاقة بينما مجموعة فوند أقلها طاقة .**	لأنه في مجموعة ليمان ينتقل الإلكترون من أى مستوى خارجى الى المستوى الأول K فينبعث فوتون له أعلى طاقة وبالتالى أعلى تردد و أقل طول موجى ، بينما فى مجموعة فوند ينتقل الإلكترون من أى مستوى خارجى الى المستوى الخامس O فينبعث فوتون له أقل طاقة وبالتالى أقل تردد و أكبر طول موجى .
٤	**مجموعة ليمان في طيف ذرة الهيدروجين اقلها طول موجى بينما مجموعة فوند اكبرها طول موجى.**	
٥	**يمكن رؤية مجموعة بالمر ولا يمكن رؤية مجموعة فوند**	لأن مجموعة بالمر تقع أطوالها الموجية في منطقة الضوء المنظور (المرئي) ، بينما مجموعة فوند التى لها تردد صغير وطولها الموجى كبير تقع في أقصى منطقة الأشعة تحت الحمراء (غير المرئية)

أمثلة محلولة

(١) احسب الطول الموجي للإشعاع الصادر من ذرة الهيدروجين عندما يعود الإلكترون من المستوى الخامس إلى المستوى الثاني ثم استنتج موقع هذه المجموعة بالنسبة للطيف علما بأن الطول الموجي للضوء المرئي بين $4000 - 7000A^o$ ومنطقة الأشعة تحت الحمراء أقصاها $41000A^o$.

الحل

$$\because E_n = -\frac{13.6}{n^2} \quad \therefore E_2 = -\frac{13.6}{4} = -3.4e.v \quad , \quad E_5 = -\frac{13.6}{25} = -0.544ev$$

$$\therefore E_5 - E_2 = [\,-0.544 - (-3.4)\,] \times 1.6\times10^{-19} = 4.5696\times10^{-19}\,J$$

$$\because E = \frac{hC}{\lambda} \Rightarrow \therefore \lambda = \frac{hC}{E} \Rightarrow \therefore \lambda = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4.5696\times10^{-19}} = 4.349\times10^{-7}\,m = 4349A^o$$

أى انها تقع فى منطقة الطيف المرئي

****

(٢) إذا كان أقصر طول موجي في إحدى مجموعات طيف ذرة الهيدروجين هو $8212A^o$ فما هي هذه المتسلسلة؟ وما أطول طول موجي فيها علما بأن $C = 3\times10^8 m/s$, $h = 6.625\times10^{-34} J.s$

الحل

$$\because E_\infty - E_n = \frac{hC}{\lambda} \Rightarrow \therefore 0 - E_n = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{8212\times10^{-10}} -----(1)$$

$$\because E_n = -\frac{13.6}{n^2} = \frac{13.6\times1.6\times10^{-19}}{n^2} ------(2)$$

من المعادلتين ١ ، ٢

$$\frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{8212\times10^{-10}} = \frac{13.6\times1.6\times10^{-19}}{n^2} \Rightarrow \therefore n^2 = 8.9908 \approx 9 \Rightarrow \therefore n = 3$$

∴ هذه المتسلسلة تنتمي إلى المستوى الثالث M (مجموعة باشن)

أما لحساب أطول طول موجي فإنه ينبعث عند انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة الرابع إلى الثالث

$$\because E_4 - E_3 = \frac{hC}{\lambda} \Rightarrow \therefore \left[\left(\frac{-13.6}{16}\right) - \left(\frac{-13.6}{9}\right) \right] \times1.6\times10^{-19} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{0.66\times1.6\times10^{-19}} = 18.821\times10^{7}\,m = 18821A^o$$

****

(٣) احسب نصف قطر المدار الثالث للإلكترون في ذرة الهيدروجين علمًا بأن الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون في هذا المستوى $9.99\ A^o$.

الحل

$$2\pi r = n\lambda$$

$$r = \frac{n\lambda}{2\pi} = \frac{3\times 9.99\times 10^{-10}\times 7}{2\times 22} = 4.77\times 10^{-10}m$$

****

(٤) احسب جهد التأين لذرة الهيدروجين علما بأنها في الحالة الأرضية علما بأن $e = 1.6\times10^{-19}C$

الحل

$\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - (-13.6) = 13.6$ ev

$\therefore \Delta E = 13.6 \times 1.6\times10^{-19} = 2.176 \times10^{-18}$ J

$\because \Delta E = eV$

$$V = \frac{\Delta E}{e} = \frac{2.176\times 10^{-18}}{1.6\times 10^{-19}} = 13.6 volt$$

طاقة التأين لذرة الهيدروجين هي الطاقة اللازمة لانبعاث الإلكترون من المستوى الأول K إلى خارج الذرة

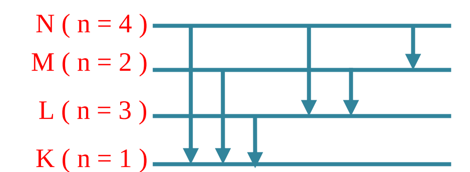
****

(٥) احسب عدد خطوط الطيف المحتمل انبعاثها فى طيف ذرة الهيدروجين بفرض أن الإلكترون يمكن أن ينتقل بين أى مستويين من N الى K (موضحًا إجابتك برسم توضيحى لمستويات الطاقة)

الحل

عدد المستويات = ٤

عدد الاحتمالات = ٣ + ٢ + ١ = ٦ احتمالات



****

(٦) إذا علمت أن طاقة المستوى الأول في ذرة الهيدروجين -13.6 e.v احسب أكبر و أقل طاقة للفوتون النـاتج عند عودة الإلكترون المثار

الحل

أكبر طاقة

$\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - (-13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}) = 21.76\times10^{-19}$J

أقل طاقة

$$\Delta E = E_2 - E_1 = (\frac{-13.6}{(2)^2}\times 1.6\times 10^{-19}) - (-21.76\times 10^{-19}) = 16.32\times 10^{-19} J$$

أنواع الأطياف

اولا : **طيف الانبعاث**		ثانيا : **طيف الامتصاص الخطى**
و هو الطيف الناتج عن انتقال ذرة مثارة من مستوى أعلى للطاقة الى مستوى أدنى للطاقة **يوجد منه نوعان**		إذا مر ضوء أبيض خلال غاز ما ، فإنه يلاحظ اختفاء بعض الأطوال الموجية في الطيف المستمر للضوء الأبيض بعد تحليله ، هذه الأطوال الموجية هى نفسها الأطوال الموجية لأطياف الانبعاث الخطية لهذا الغاز ، ويطلق عليها طيف الامتصاص الخطى
❶ الطيف المستمر(المتصل)	**❷ الطيف الخطى**	**طيف الامتصاص الخطى**
الطيـف الـذى يتضـمن توزيعًا مستمرًا أو متصـلًا للتـرددات أو الأطوال الموجية .	الطيف الذى يتضمن توزيعًا غير مستمرًا للترددات أو الأطوال الموجية	خطوط معتمة لبعض الأطوال الموجية في الطيف المستمر للضوء الأبيض ، وهذه الخطوط ناتجة عن امتصاص بخار العنصر لخطوط الطيف المميزة له

وقد أثبت العلماء أن طيف الشمس يحتوى على أطياف امتصاص خطية للهيليوم والهيدروجين ويطلق عليها خطوط فرونهوفر

خطوط فرونهوفر

" أطياف امتصاص خطية للعناصر الموجودة في الغلاف الشمسى وقد وجد أنها خاصة بعنصري الهيليوم والهيدروجين " .

المطياف spectrometer

المطياف

جهاز يستخدم للحصول على طيف نقى بتحليل الضوء الى مكوناته المرئية وغير المرئية .

<table>
<tr><td rowspan="1">إستخدامه</td><td colspan="2">❶ تحليل الضوء إلى مكوناته المرئية وغير المرئية
❷ الحصول على طيف نقي
❸ تقدير درجات حرارة النجوم وما بها من غازات.

الطيف النقى
طيف ألوانه غير متداخلة ويكون لكل لون طول موجى محدد .</td></tr>
<tr><td rowspan="3">تركيبه</td><td>❶ مصدر الأشعة (المجمع)</td><td>(أ) عبارة عن مصدر ضوئي أمامه فتحة مستطيلة ضيقة يمكن التحكم في إتساعها بواسطة مسمار محوى .
(ب) وتقع هذه الفتحة في بؤرة عدسة محدبة .</td></tr>
<tr><td>❷ منضدة قابلة للدوران</td><td>يوضع عليها منشور ثلاثى من الزجاج .</td></tr>
<tr><td>❸ تلسكوب</td><td>يتكون من عدستين محدبتين هما الشيئية و العينية</td></tr>
<tr><td>طريقه عمله للحصول على طيف نقى</td><td colspan="2">(تلسكوب – الشيئية – العينية – المجمع – حائل – ضوء أبيض – مصدر ضوئى – عدسة – منشور ثلاثى – العين – R – V)

❶ تضاء الفتحة المستطيلة الضيقة بضوء أبيض متألق فيخرج من المجمع أشعة متوازية
❷ نسقط الضوء على المنشور الثلاثي بحيث يكون في وضع النهاية الصغرى للإنحراف فيقوم بتحليل الضوء إلى مكوناته
❸ يوجه التلسكوب للأشعة النافذة من المنشور حيث نجد أن أشعة كل لون تكون متوازية مع بعضها وغير موازية لأشعة الألوان الأخرى لأن لكل لون من ألوان الطيف زاوية انحراف خاصة به .
❹ تعمل العدسة الشيئية على بتجميع أشعة كل لون في بؤرة خاصة به بحيث يمكن رؤيتها محددة بواسطة العدسة العينية .</td></tr>
<tr><td>شروط الحصول على طيف نقى</td><td colspan="2">أن يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف وتجمع الأشعة المتوازية لكل لون في بؤرة خاصة بواسطة العدسة الشيئية .</td></tr>
</table>

م	علل لما يلى	الاجابة
١	**منشور المطياف يجب أن يكون في وضع النهاية الصغرى للإنحراف**	لأنه في هذه الحالة يكون لكل لون من ألوان الطيف زاوية انحراف محددة خاصة به فتتباعد الألوان و لا تختلط فيكون الطيف نقيًا
٢	**لا يصدر الطيف الخطى من المادة إلا إذا كانت في صورة ذرات منفصلة أو في الحالة الغازية تحت ضغط منخفض**	لأن الطيف الخطى هو طيف ناتج عن انتقال الذرات المثارة من مستويات الإثارة الأعلى الى مستويات طاقة أدنى ولا يمكن إثارة العناصر إلا إذا كانت في صورة ذرية وليست جزيئية .

٣	**تصدر الأجسام الصلبة الساخنة طيفًا مستمرًا بينما تصدر الغازات الساخنة طيفًا خطيًا**	لأن الأجسام الساخنة تعتبر جسم أسود لذا فهي تشع كل الأطوال الموجية الممكنة فيكون الطيف الصادر عنها طيف مستمر ، بينما في الغازات الساخنة تعود الذرات المثارة إلى المستوى الأصلى قبل الإثارة فيظهر الفرق بين طاقتي المستويين على شكل طيف خطي
٤	**ظهور خطوط معتمة في الشمس تعرف بأسم خطوط فرونهوفر.**	لان الطيف المنبعث من الشمس طيف متصل به كل الأطوال الموجية الممكنة ولكن الغلاف الخارجى للشمس به عناصر في حالتها الغازية كل منها يمتص الطيف الخاص به فتظهر مكانها خطوط معتمة تعرف بخطوط فرونهوفر .

الأشعة السينية

◈ اكتشف رونتجن أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية طولها الموجي قصير يتراوح ما بين ما بين ($10^{-13}m$ الى $10^{-8}m$) وهى ذات طاقة عالية ، وأطلق عليها أسم الأشعة المجهولة (X-Rays) حيث أنه لم يعرف ماهيتها .

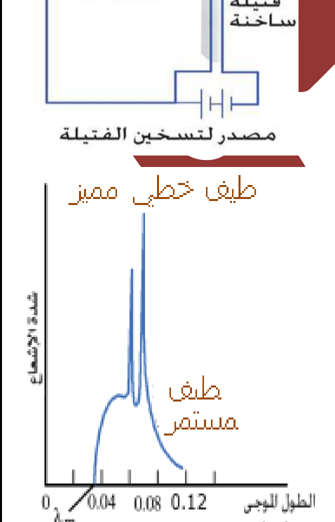
الأشعة السينية

" موجات كهرومغناطيسية غير مرئية ذات طاقة عالية أطوالها الموجية قصير جدًا تقع بين الأطوال الموجية لأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية " .

◈ خواص الأشعة السينية

❶ ذات قدرة كبيرة على اختراق الأوساط .
❷ لها قدرة كبيرة على تأيين الغازات .
❸ يحدث لها حيود عند مرورها خلال البللورات .
❹ تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الحساسة

طريقة الحصول على الأشعة السينية باستخدام أنبوبة كولدج



التركيب كما بالشكل :

(١) فتيلة تعمل كمصدر للإلكترونات .
(٢) هدف من التنجستين .
(٣) مصدر فرق جهد مستمر عالى بين الفتيلة (الكاثود) والهدف (الآنود) لتعجيل الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة .
(٤) أنبوبة مفرغة بداخلها الفتيلة والهدف .

شرح العمل

❶ عند تسخين الفتيلة تنطلق الإلكترونات السالبة نحو الهدف تحت تأثير المجال الكهربي .
❷ تكتسب الإلكترونات طاقة حركة كبيرة يتوقف مقدارها على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف .
❸ عند إصطدامها بالهدف (من التنجستين) تتحول الطاقة أو جزء منها إلى أشعة سينية .

طيف الأشعة السينية

◈ بتحليل حزمة من الأشعة السينية إلى مكوناتها من الأطوال الموجية المختلفة نحصل على طيف يتكون من مركبتين كما بالشكل :

❶ طيف مستمر من جميع الأطوال الموجية لا يتغير بتغير مادة الهدف .
❷ طيف خطى يقابل أطوالًا موجية محددة تميز العنصر المكون لمادة الهدف .

ويمكن التمييز بينهما كما يلى :

الطيف المستمر (المتصل) للأشعة السينية | الطيف الخطي (المميز) للأشعة السينية

التسمية

الطيف المستمر: يسمى أشعة الكابح (الفرملة) أو الإشعاع اللين أو الإشعاع الناعم .

الطيف الخطي: يسمى الإشعاع الشديد أو الحاد .

كيفية تولد كل منهما

الطيف المستمر:

❶ عند مرور الإلكترونات المُعجلة المنبعثة من الكاثود (الفتيلة) قرب إلكترونات ذرات مادة الهدف تتناقص سرعة الإلكترونات و تقل طاقتها نتيجة التصادمات والتشتت .

❷ طبقًا لنظرية ماكسويل هرتز يظهر الفقد في طاقة الإلكترونات على شكل إشعاعًا كهرومغناطيسيًا يحتوي على جميع الأطوال الموجية الممكنة لأن الإلكترونات تفقد طاقتها على دفعات وبدرجات متفاوتة .

الطيف الخطي:

❶ عندم إصطدام أحد الإلكترونات المُعجلة المنبعثة من الكاثود (الفتيلة) بأحد الإلكترونات القريبة من نواة إحدى ذرات مادة الهدف فيكتسب الأخير طاقة تجعله ينتقل إلى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الذرة ويحل محله إلكترون آخر من مستوي طاقة خارجي أعلى .

❷ يظهر الفرق بين طاقة المستويين على شكل إشعاع له طول موجي محدد ، يمكن تعيينه من العلاقة :

$$\therefore \Delta E = E_2 - E_1 = \frac{hC}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{hC}{\Delta E}$$

العوامل التي يتوقف عليها الطول الموجي

الطيف المستمر:

- يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف . حيث ($\lambda_{\min} \, \alpha \, \frac{1}{V}$)
- لا يتغير بتغير مادة الهدف

الطيف الخطي:

- لا يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف إلا أن الأشعة المميزة قد لا تظهر عند فروق الجهد المنخفضة .
- يتغير بتغير مادة الهدف حيث يقل الطول الموجي بزيادة العدد الذرى لعنصر مادة الهدف .

شروط الحصول على طيف خطى مميز لمادة الهدف

❶ أن يطبق فرق جهد عالى بين الفتيلة والهدف فى أنبوبة كولدج لتكتسب الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة طاقة حركة عالية .
❷ أن يصطدم أحد الإلكترونات المعجلة بإلكترون من مستوى طاقة (K , L , M) قريب من إحدى أنوية مادة الهدف .

تطبيقات الأشعة السينية (استخداماتها)

❶ دراسة التركيب البللوري للمواد

تتميز الأشعة السينية بقابليتها للحيود عند مرورها في البللورات فيحدث تداخل بين الموجات التى تنفذ من بين الذرات كما لو كانت فتحات متعددة (مثل محزوز الحيود) وتتكون هُدب مضيئة و هُدب مظلمة تبعًا لفرق المسار بين الموجات المتداخلة .

❷ الكشف عن العيوب التركيبية فى المواد المستخدمة فى الصناعات الثقيلة

نظرًا لقدرتها الكبيرة على النفاذ لأن الطول الموجى للأشعة السينية أقل من المسافات البينية بين الذرات .

❸ تصوير العظام وتحديد أماكن الكسور أو الشروخ وبعض التشخيصات الطبية

نظرًا لقدرتها الكبيرة على النفاذ .

****

	علل لما يلى	الاجابة
١	لأشعة إكس قدرة عالية على النفاذية خلال المواد .	لأن الأطوال الموجية لأشعة إكس أقل من المسافات البينية بين الذرات فتنفذ الأشعة خلال المواد .
٢	استخدام فرق جهد عال في أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية .	لإكساب الإلكترونات المنبعثة من الكاثود طاقة حركة عالية جدًا وبالتالى عند اصطدامها بالهدف يمكن توليد الأشعة السينية عالية الطاقة .
٣	أشعة إكس المتولدة في أنبوبة كولدج لها ترددات عالية جدًا .	لأن الطاقة التى تكتسبها الإلكترونات قبل تصادمها مع الهدف عالية تظهر على شكل طيف يحتوى على أطوال موجية قصيرة جدًا . (ترددات عالية جدًا)
٤	يوجد طيف مستمر للأشعة السينية	لأنه عند اقتراب الإلكترونات المعجلة من إلكترونات ذرات مادة الهدف تفقد طاقتها تدريجيًا على دفعات نتيجة التصادمات والتشتت لذا يكون الإشعاع الناتج إشعاع متصل .
٥	يوجد طيف خطي للأشعة السينية مميزًا لمادة الهدف	لأن الطيف المميز(الطيف الخطى) لأشعة X ينتج عند تصادم أحد الإلكترونات المعجلة بأحد الإلكترونات القريبة من نواة ذرة الهدف فيقفز الأخير الى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الذرة ويحل محله إلكترون آخر من أحد المستويات الخارجية ذات الطاقة الأعلى وفرق الطاقة بين المستويين يختلف من عنصر لآخر يظهر في صورة إشعاع له طول موجى محدد يميز مادة الهدف .
٦	يعتمد الطول الموجى للأشعة السينية على نوع مادة الهدف وليس على فرق الجهد بين الكاثود والهدف	
٧	إنبعاث الأشعة السينية هي عكس الظاهرة الكهروضوئية	لأن في حالة الظاهرة الكهروضوئية عندما يسقط ضوء مناسب على سطح فلز تنبعث منه إلكترونات ، أما في حالة الأشعة السينية يقذف شعاع الإلكترونات على الهدف فتنبعث منه فوتونات الأشعة السينية .
٨	تستخدم الأشعة السينية في دراسة التركيب البللوري للمواد .	لقابليتها للحيود عند مرورها خلال البللورات .
٩	تستخدم الأشعة السينية فى الكشف عن العيوب التركيبية فى المواد المستخدمة فى الصناعات المعدنية .	لقدرتها الكبيرة على النفاذ خلال المسافات المتناهية الصغر .
١٠	تستخدم الأشعة السينية فى تشخيص الكسور فى العظام .	لأن الأشعة السينية تخترق الأجسام بدرجات متفاوتة حيث تنفذ من أماكن الكسور بدرجة أكبر من نفاذها خلال العظام وبذلك يتم تحديد أماكن الكسور أو الشروخ .

مثال

في أنبوبة كولدج إذا كان فرق الجهد بين الفتيلة والهدف 15 KV احسب
❶ طاقة الإلكترونات ❷ سرعة الإلكترونات ❸ أقصر طول موجي للأشعة السينية الصادرة

الحل

$$E = e\,V = 1.6\times10^{-19}\times15\times10^{3} = 2.4\times10^{-15}\ J$$

$$1)\ \because eV = \frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow \therefore V = \sqrt{\frac{2E}{m}} \Rightarrow \therefore V = \sqrt{\frac{2\times2.4\times10^{-15}}{9.1\times10^{-31}}} = 72.6\times10^{6}\ m/s$$

$$2)\ \lambda = \frac{hC}{eV} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2.4\times10^{-15}} = 8.28\times10^{-11}m = 0.828A^{\circ}$$

****

أسئلة وتدريبات على الفصل السادس

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) مجموعة طيفية تنتج من عودة الإلكترونات فى ذرات الهيدروجين الى المستوى الثالث .
(٢) سلسلة من خطوط الطيف تقع فى منطقة الأشعة تحت الحمراء ناتجة عن عودة الإلكترونى من أى مستوى خارجى الى المستوى الرابع (N) فى طيف ذرة الهيدروجين .
(٣) سلسلة من خطوط الطيف تقع فى أقصى منطقة الأشعة تحت الحمراء ناتجة عن عودة الإلكترون من أى مستوى خارجى الى المستوى الخامس (O) فى طيف ذرة الهيدروجين .
(٤) جهاز يستخدم للحصول على طيف نقى بتحليل الضوء الى مكوناته المرئية وغير المرئية .
(٥) طيف ألوانه غير متداخلة ويكون لكل لون طول موجى محدد .
(٦) طيف يشمل كل الأطوال الموجية الممكنة .
- طيف يتضمن توزيعًا متصلًا للترددات أو الأطوال الموجية .

(٧) طيف يتضمن أطوال موجية محددة .
- طيف يتضمن توزيعًا غير مستمر للترددات أو الأطوال الموجية .

(٨) الطيف الناتج عن انتقال ذرة مثارة من مستوى أعلى للطاقة الى مستوى أدنى للطاقة .
(٩) خطوط مظلمة لبعض الأطوال الموجية فى الطيف المستمر للضوء الأبيض وهذه الخطوط ناتجة عن امتصاص بخار العنصر لخطوط الطيف المميزة له .
(١٠) أطياف امتصاص خطية للعناصر الموجودة فى الغلاف الشمسى .
(١١) أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية تقع أطوالها الموجية بين الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية وأشعة جاما وتتميز بأن لها طول موجى قصير .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١) أشعة X من الموجات الكهرومغناطيسية ويكون ....
(أ) الطول الموجى لها أقل من الطول الموجى لأشعة جاما . (ب) ترددها أقل من تردد الضوء المرئى .
(ج) سرعتها أكبر من سرعة الأشعة تحت الحمراء . (د) ترددها أقل من تردد أشعة جاما .

(٢) عندما يتواجد الإلكترون مستقرًا فى مستوى طاقة فإنه ....
(يكتسب طاقة ويظل فى هذا المستوى – يفقد طاقة ويظل فى هذا المستوى – يظل فى هذا المستوى طالما أنه لم يكتسب طاقة)

(٣) تبقى الإلكترونات فى مستويات الإثارة .... ثم تعود الى مستويات أدنى
(فترة طويلة حوالى 10^{5}s – فترة قصيرة حوالى 10^{-8} s – فترة طويلة حوالى 10^{2}s – فترة طويلة حوالى 10^{-3}s)

(٤) تبعث الذرة فوتونًا عندما ....
(أ) تتأين (ب) ينتقل الإلكترون من مستوى أدنى فى الطاقة الى مستوى أعلى .
(ج) تفقد الذرة إلكترون . (د) ينتقل الإلكترون من مستوى أعلى فى الطاقة الى مستوى أدنى .

(٥) عندما ينتقل إلكترون من مستوى طاقة E_1 الى مستوى طاقة E_2 حيث $E_1 < E_2$ فإن ....
(أ) الذرة تمتص فوتون طاقته تساوى ($E_2 - E_1$) (ج) الذرة تبعث فوتون طاقته تساوى ($E_2 - E_1$)
(ب) الذرة تمتص فوتون طاقته تساوى ($E_1 + E_2$) (د) الذرة تبعث فوتون طاقته تساوى ($E_1 + E_2$)

(٦) مجموعة الطيف الخطى لذرة الهيدروجين التى تقع فى منطقة الضوء المنظور هى مجموعة (فوند – ليمان – بالمر)
(٧) يقع طيف مجموعة باشن فى منطقة (الأشعة تحت البنفسجية – الضوء المرئى – الأشعة تحت الحمراء – الأشعة السينية)
(٨) تنتج متسلسلة ليمان عندما ينتقل الإلكترون من أحد المدارات الخارجية لذرة الهيدروجين الى المدار .... وينتج خطوط طيف تقع فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية . (الرابع – الثالث – الثانى – الأول)
(٩) فى مجموعة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين ينتقل الإلكترون من المستويات العليا الى المستوى ....
(الرابع – الثالث – الثانى – الأول)

(١٠) ينتج أكبر طول موجى فى متسلسلة بالمر من انتقال الإلكترون بين المدارين ....
(أ) 7 الى 2 (ب) 7 الى 1 (ج) 3 الى 2 (د) 2 الى 1

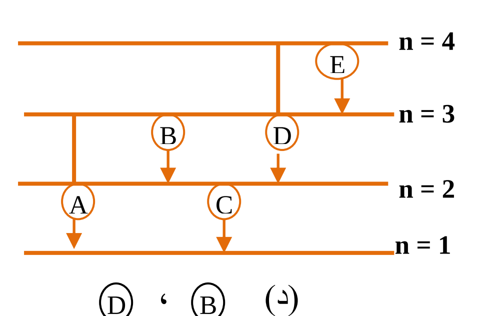
(١١) أطوال طول موجى فى مجموعة ليمان ينتج من انتقال الإلكترون بين المستويات ....

mohamed_ahmed9981@yahoo
01094701202

(أ) n = 3 ⟵ n = 2　　(ب) n = 8 ⟵ n = 2
(ج) n = ∞ ⟵ n = 1　　(د) n = 2 ⟵ n = 1

(١٢) أعلى تردد فى مجموعة بالمر ينتج من انتقال الإلكترونات بين المستويات ....
(أ) n = 4 ⟵ n = 1　　(ب) n = ∞ ⟵ n = 2
(ج) n = 6 ⟵ n = 2　　(د) n = 3 ⟵ n = 2

(١٣) الشكل المقابل



يمثل عدة انتقالات Ⓐ ، Ⓑ ، Ⓒ ، Ⓓ ، Ⓔ لإلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويات الطاقة ، أى هذه الانتقالات يعطى خطًا طيفيًا يقع فى متسلسلة بالمر ؟ ....

(أ) Ⓐ ، Ⓑ　　(ب) Ⓐ ، Ⓒ　　(جـ) Ⓔ فقط　　(د) Ⓑ ، Ⓓ

(١٤) الشكل المقابل

n = 4, n = 3, n = 2, n = 1 — D, C, A, B

يوضح أربعة انتقالات للإلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويات الطاقة ، أى العبارات التالية صحيحة ؟ ....
(أ) الانتقال Ⓓ يعطى خطًا طيفيًا له أقل طول موجى .
(ب) الانتقال Ⓒ يعطى خطًا طيفيًا فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية .
(ت) الانتقال Ⓑ يعطى خطًا طيفيًا فى منطقة الأشعة تحت الحمراء .
(ث) الانتقال Ⓐ يعطى أعلى تردد بين هذه الانتقالات .

(١٥) إذا كان عدد مستويات الطاقة الممكنة لحركة الإلكترون فى ذرة ما أربعة مستويات ويمكن للإلكترون أن ينتقل بين أى مستويين من تلك المستويات ، فإن عدد خطوط الطيف التى يمكن ان تنبعث هو .... (8 - 6 - 3)
(١٦) الخطوط السوداء التى تظهر فى الطيف الشمسى (خطوط فرونهوفر) تعتبر أطياف .... (انبعاث – امتصاص خطى – انبعاث خطى – امتصاص مستمر)
(١٧) الطيف الناتج من انتقال ذرات مثارة من مستوى أعلى الى مستوى أدنى يسمى طيف(امتصاص – انبعاث – مستمر)
(١٨) الأطياف المميزة لمادة الهدف للأشعة السينية هى الأطياف .... (المتصلة – الخطية – الممتصة – المستمرة)
(١٩) يسمى الطيف المستمر للأشعة السينية .... (أشعة الفرملة – الإشعاع اللين – الإشعاع الناعم – جميع ما سبق)
(٢٠) تستخدم الأشعة السينية فى دراسة التركيب البللورى للمواد لكونها لها قدرة على .. (النفاذ – تأيين الغازات – الحيود)
(٢١) يعتمد الطول الموجى للطيف المميز للأشعة السينية على .... (شدة التيار – فرق الجهد – العدد الذرى للعنصر – الضغط داخل أنبوبة كولدج)
(٢٢) طاقة التأين لذرة الهيدروجين بالإلكترون فولت هى .... (0.35 – 10.3 – 13.6 – 3.4)
(٢٣) الشكل المقابل



يمثل موجة موقوفة لإلكترون يتحرك فى مدار حول النواة ، طول موجة دى برولى للإلكترون تساوى .... $\left(8\pi r - 4\pi r - \frac{\pi r}{2} - \frac{\pi r}{4} \right)$

(٢٤) طول موجة دى برولى لجسيم كتلته 0.2 g يتحرك بسرعة 400 m/s بوحدة المتر .... (8.3×10^{35} – 8.3×10^{32} – 8.3×10^{-33} – 8.3×10^{-36})
(٢٥) عند زيادة سرعة إلكترون متحرك الى الضعف فإن طول موجة دى برولى المصاحبة له .... (تزداد أربع أمثالها – تزداد للضعف – تقل الى النصف – تقل الى الربع)
(٢٦) جسم كتلته (m kg) وطول موجة دى برولى المصاحبة له (λ m) ، إذا تحرك جسيم آخر كتلته (2m kg) وبنفس سرعة الجسيم الأول . طول موجة دى براولى المصاحبة للجسيم الثانى تساوى .... $\left(\lambda - 2\lambda - \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{4} \right)$
(٢٧) [مصر ١٦] طيف المستوى الرابع فى ذرة الهيدروجين تساوى ....جول (-1.36×10^{-19}/ -5.44×10^{-19} / -8.7×10^{-19})
(٢٨) فى طيف ذرة الهيدروجين النسبة بين أطول طول موجى فى متسلسلة ليمان الى أطول طول موجى فى متسلسلة بالمر هو $\left(\frac{5}{27} - \frac{1}{92} - \frac{4}{9} - \frac{3}{2} \right)$

س ٣ : علل لما يأتى :

(١) تكون عدة سلاسل طيفية عند إثارة مجموعة من ذرات الهيدروجين .
(٢) مجموعة ليمان فى طيف ذرة الهيدروجين أعلاها طاقة بينما مجموعة فوند أقلها طاقة .
- مجموعة ليمان فى طيف ذرة الهيدروجين أقلها طول موجى بينما مجموعة فوند أكبرها طول موجى .

(٣) يمكن رؤية مجموعة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين بينما لا يمكن رؤية مجموعة فوند
(٤) لا يصدر الطيف الخطى من المادة إلا إذا كانت فى صورة ذرات منفصلة أو فى الحالة الغازية تحت ضغط منخفض
(٥) ظهور خطوط معتمة فى الطيف الشمسى تعرف باسم خطوط فرونهوفر .
(٦) لأشعة إكس قدرة عالية على النفاذية خلال المواد .
(٧) استخدام فرق جهد عال فى أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية .
(٨) تصدر الأجسام الصلبة الساخنة طيفًا مستمرًا بينما تصدر الغازات الساخنة طيفًا خطيًا .
(٩) أشعة إكس المتولدة فى أنبوبة كولدج لها ترددات عالية جدًا .
(١٠) يوجد طيف مستمر للأشعة السينية .
(١١) يعتمد الطول الموجى للطيف المميز لأشعة X على نوع مادة الهدف وليس على فرق الجهد المسلط بين الكاثود والهدف
- يوجد طيف خطى للأشعة السينية مميزًا لمادة الهدف .

(١٢) وجود عدسة شيئية فى المطياف .
(١٣) يُعتبر الحصول على الأشعة السينية ما هو إلا النظرية الكهروضوئية معكوسة .
(١٤) تستخدم الأشعة السينية فى دراسة التركيب البللورى للمواد .
(١٥) تستخدم الأشعة السينية فى الكشف عن العيوب التركيبية فى المواد المستخدمة فى الصناعات المعدنية .
(١٦) تستخدم الأشعة السينية فى تشخيص الكسور فى العظام .

****

س ٤ : ماذا يحدث فى كل مما يأتى:

(١) إثارة إلكترون من مستوى طاقته الى مستوى طاقة أعلى .
(٢) هبوط إلكترون من مستوى طاقة أعلى الى مستوى طاقة أدنى .
(٣) إثارة ذرات الهيدروجين بكمات طاقة مختلفة .
(٤) عودة إلكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة الأعلى الى المستوى M (n = 3) .
(٥) مرور ضوء أبيض خلال غاز (أو بخار عنصر) وتحليل الطيف الناتج .
(٦) [مصر ١٦] مرور ضوء الشمس على الغازات والأبخرة المحيطة بجو الشمس .
(٧) إمرار الأشعة السينية خلال غاز .
(٨) مرور الأشعة السينية خلال ذرات مادة بلورية .
(٩) اختراق إلكترونات حرة طاقة حركتها كبيرة جدًا لمادة الهدف فى أنبوبة كولدج .
(١٠) إحلال الهدف فى أنبوبة كولدج بمعدن آخر .
(١١) تغيير نوع مادة الهدف فى أنبوبة كولدج بعنصر آخر ذى عدد ذرى أكبر .
(١٢) زيادة فرق الجهد بين الفتيلة والهدف فى أنبوبة كولدج (بالنسبة للطول الموجى للإشعاع المميز) .

****

س ٥ : عرف كل مما يأتى :

(١) الطيف النقى	(٤) طيف الانبعاث	(٧) الأشعة السينية
(٢) الطيف المستمر	(٥) طيف الامتصاص الخطى	(٨) الطيف الشديد للأشعة السينية
(٣) الطيف الخطى	(٦) خطوط فرونهوفر	(٩) أشعة الكابح (الفرملة)

****

س ٦ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى :

(١) الطيف المستمر للأشعة السينية .
(٢) الطول الموجى للطيف الخطى (المميز) للأشعة السينية .
(٣) تقليل الطول الموجى المميز لأشعة X

س ٧ : أذكر شروط الحصول على كل مما يأتى :

(١) طيف نقى بواسطة الإسبكتروميتر .
(٢) طيف الامتصاص لغاز .
• طيف خطى مميز لعنصر ما فى أنبوبة كولدج .(طيف أشعة X مميز لمادة الهدف) .

****

س ٨ : أذكر الأساس العلمى الذى بُنى عليه عليه كل مما يأتى :

(١) تقسيم طيف ذرة الهيدروجين الى خمس مجموعات .
(٢) استخدام أشعة إكس فى دراسة التركيب البللورى للمواد .
(٣) استخدام أشعة إكس فى تصوير كسور العظام .
(٤) استخدام أشعة إكس فى الكشف عن العيوب التركيبية المستخدمة فى الصناعات المعدنية .
(٥) أنبوبة كولدج .

****

س ٩ : أذكر وظيفة كل مما يأتى :

(١) المطياف (الإسبكتروميتر) .
(٢) أنبوبة كولدج .
(٣) الفتيلة فى أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية .
(٤) المجال الكهربى أو فرق الجهد بين الكاثود والهدف فى أنبوبة كولدج .
(٥) المنشور الثلاثى فى الإسبكتروميتر .
(٦) الاشعة السينية .
(٧) العدسة الشيئية فى المطياف .

****

س ١٠ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) متسلسلة أطياف فوند ومتسلسلة أطياف ليمان (من حيث : المنطقة التى تقع فيها – الطول الموجى – التردد)
(٢) سلسلة باشن وسلسلة براكت فى طيف ذرة الهيدروجين لبور (من حيث : سبب ظهور كل منها – موقعها فى الطيف)
(٣) مجموعتى بالمر وليمان فى طيف ذرة الهيدروجين
(من حيث : الطول الموجى للفوتون الناتج عن انتقال إلكترون من ما نهاية)
(٤) مجموعة فوند ومجموعة بالمر (من حيث : الطول الموجى للإشعاع الصادر من كل منهما)
(٥) الطيف المستمر والطيف الخطى (المميز) لأشعة إكس (من حيث : المفهوم – علاقة الطول الموجى بفرق الجهد بين الهدف والفتيلة فى أنبوبة كولدج – كيفية تولد كل منهما) .
(٦) مادتى هدف فى أنبوبة كولدج إحداهما عددها الذرى كبير و الأخرى عددها الذرى أصغر.
(من حيث : تردد الإشعاع الخطى لكل منهما) .
(٧) أنبوبة كولدج والخلية الكهروضوئية من حيث فكرة العمل .

س ١١ : أسئلة متنوعة :

(١) أذكر العلاقة الرياضية لحساب كل مما يأتى :
(أ) طاقة المستوى فى ذرة الهيدروجين .
(ب) الطول الموجى لأشعة X المميزة (الشديدة)
* الطول الموجى للطيف الخطى المميز للأشعة السينية .

****

(٢) أذكر
(أ) فروض بور لنموذج الذرة موضحًا كيف استفاد من نموذج رذرفورد .
(ب) خواص مجموعة فوند لطيف ذرة الهيدروجين .
(ج) ثلاث خواص لمجموعة ليمان فى متسلسلة ذرة الهيدروجين .

mohamed_ahmed9981@yahoo
01094701202

(د) خواص الأشعة السينية .
(ه) ثلاثة تطبيقات للأشعة السينية .
(و) أحد العوامل التى يمكنك عن طريقها زيادة قدرة الأشعة السينية على النفاذ ؟

****

(٣) كيف :
(أ) استطاع بور أن يفسر طيف ذرة الهيدروجين .
(ب) يستخدم المطياف فى الحصول على طيف نقى .
- يمكن الحصول على طيف نقى (موضحًا إجابتك بالرسم) .

(ج) تميز بين متسلسلة أطياف بالمر ومتسلسلة أطياف ليمان .
(د) يمكن تغيير الطول الموجى لأشعة إكس المنبعثة من أنبوبة كولدج .
(ه) ينتج الطيف الخطى المميز للأشعة السينية .
(و) تتعرف على كل من طيف الامتصاص الخطى وطيف الانبعاث الخطى ، ثم صنف خطوط فرونهوفر بالنسبة لأى منهما.

****

(٤) وضح برسم تخطيطى مع كتابة البيانات :
(أ) مجموعات خطوط الطيف لذرة الهيدروجين .
(ب) المطياف (الإسبكتروميتر)
(ج) تركيب أنبوبة كولدج .

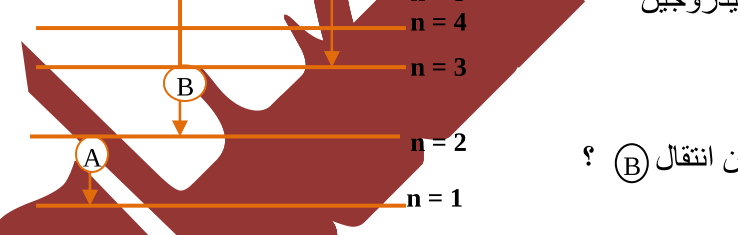
****

(٥) الشكل المقابل :
يمثل ثلاثة انتقالات Ⓐ ، Ⓑ ، Ⓒ للإلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويات الطاقة ،
أى من هذه الانتقالات يعطى خطًا طيفيًا :
(أ) يقع فى مجموعة باشن
(ب)يقع فى منطقة الطيف المرئى
(ج) له أقصر طول موجى .

n = 4
B
n = 3
A
n = 2
C
n = 1

****

(٦) الشكل المقابل :
يمثل ثلاثة انتقالات Ⓐ ، Ⓑ ، Ⓒ فى متسلسلات ذرة الهيدروجين
(أ) **أى من هذه الانتقالات يعطى خطًا طيفيًا :**
(١) فى منطقة الأشعة تحت الحمراء .
(٢) له طاقة أعلى .
(ب) ما اسم المتسلسلة التى ينتمى اليها الفوتون الناتج من انتقال Ⓑ ؟

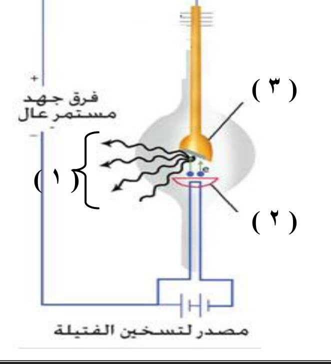


****

(٧) **اشرح مع الرسم** طريقة الحصول على أشعة X باستخدام أنبوبة كولدج ، **ثم وضح لماذا** تستخدم هذه الأشعة فى دراسة التركيب البللورى للمواد ، **مع تفسير** تولد الطيف المستمر أو الطيف المتصل .

****

(٨) من الشكل المقابل
(أ) اذكر اسم الجهاز ؟ وفيما يستخدم ؟
(ب)اكتب ما تشير إليه الأرقام (١) و (٢) و (٣) .
(ج) ما وظيفة فرق الجهد المستخدم ؟
(د) لماذا يكون استخدام التنجستين كهدف شائع فى هذه الأنبوبة ؟
(ه) لماذا يصنع القطب الموجب (الأنود) من النحاس ويكون مزودًا بريش تبريد ؟
(و) كيف تستطيع تغيير قوة النفاذية لأشعة X الناتجة ؟
(ز) كيف تستطيع تغيير شدة أشعة X الناتجة ؟



(٩) أختر من العمودين (A) ، (B) ما يناسب العمود (C)

(A)	(B)	(C)
اسم السلسلة :	**تقع في :**	**ينتقل الإلكترون الى المستوى :**
(١) سلسلة براكت .	(أ) أقصى المنطقة تحت الحمراء	(1) M (n = 3)
(٢) سلسلة فوند .	(ب) منطقة الأشعة فوق البنفسجية	(2) N (n = 4)
(٣) سلسلة ليمان .	(ج) منطقة الأشعة تحت الحمراء	(3) L (n = 2)
(٤) سلسلة باشن .	(د) منطقة الضوء المرئى	(4) K (n = 1)
(٥) سلسلة بالمر .	(ه) منطقة الأشعة تحت الحمراء	(5) O (n = 5)

****

س ١٢ : المسائل :

استخدم الثوابت التالية في جميع المسائل عند الحاجة إليها : كتلة الإلكترون = 9.1×10^{-31} kg ***، شحنة الإلكترون =*** 1.6×10^{-19} C ***، سرعة الضوء في الفراغ*** 3×10^{8} m/s ***، وثابت بلانك =*** 6.625×10^{-34} J.s.

س ١٢-١ : مسائل على متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين :

(١) احسب نصف قطر المدار الثالث لإلكترون يتحرك بسرعة 7.28×10^{5} m/s فى ذرة الهيدروجين **[4.77×10^{-10} m]**

****

(٢) إذا كان نصف قطر مدار إلكترون ما فى ذرة ما هو 0.2116 nm والطول الموجى المصاحب لهذا الإلكترون 0.664428 nm . حدد رقم المدار الذى يتحرك فيه الإلكترون **[2]**

****

(٣) احسب الطول الموجى المصاحب للإلكترون سرعته 10^{6} m/s ، وإذا كان نصف قطر المدار الذى يتحرك فيه الإلكترون 0.3477×10^{-9} m ، احسب عدد الموجات المتكونة المصاحبة للإلكترون . **[$3 – 0.7273\times10^{-9}$ m]**

****

(٤) وفقًا لنموذج بور للذرة إذا كان الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون فى مستوى الطاقة الثانى 6.66×10^{-10} m ، احسب نصف قطر المدار الثانى ، وسرعة الإلكترون فى المستوى الثانى .
[2.12×10^{-10} m , 1.09×10^{6} m/s]

****

(٥) إذا كانت طاقة الإلكترون فى مستوى الطاقة الاول لذرة الهيدروجين 13.6 eV – ونصف قطر مسار الإلكترون فى المستوى الأول 0.53 A° ، احسب : الطول الموجى للموجة المادية المصاحبة للإلكترون فى المستوى الاول ، وسرعة الإلكترون فى المستوى الأول ، والطول الموجى للفوتون اللازم لإثارة الإلكترون لمستوى الطاقة الثالث .
[3.33×10^{-10} m , 2.186×10^{6} m/s , 1.028×10^{-7} m]

****

(٦) انبعث ضوء برتقالى تردده 6.17×10^{14} Hz عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويين من مستويات الطاقة . اوجد مستويي الطاقة الذى انتقل بينهما الإلكترون . **[انتقل الإلكترون من (n = 4) الى (n = 2)]**

****

(٧) إذا علمت أن أقصر طول موجي في إحدى متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين 14610A° احسب أطول طول موجي لهذا الطيف . **[40594A°]**

****

(٨) احسب أطول وأقصر طول موجي في مجموعات طيف ذرة الهيدروجين الأتية ثم استنتج أين تقع هذه المتسلسلات :
(أ) مجموعة بالمر . (ب) مجموعة ليمان . (جـ) مجموعة فوند . (د) مجموعة باشن .
[3653A° – 6576 A° – 1217 A° – 9133 A° – 22834 A° – 74731 A° - 8226A° - 18820A]

****

(٩) إذا كانت طاقة مستويات ذرة الهيدروجين (الأول والرابع والخامس) هى :
(-0.87×10^{-19} J , -1.36×10^{-19} J , -21.76×10^{-19} J) على الترتيب ،: فاحسب : الطول الموجى للإشعاع الناتج عن عودة الإلكترونات من المستوى الخامس الى المستوى الاول واقل تردد فى سلسلة براكت
[9.51×10^{-8} m , 7.396×10^{13} Hz]

****

(١٠) انبعث من ذرة الهيدروجين فوتون طوله الموجى 486.1 nm
(أ) احسب طاقة الفوتون .
(ب) مستعينًا بالجدول المقابل الذى يبين طاقة بعض المستويات فى ذرة الهيدروجين ، حدد مستويي الذى انتقل بينهما الإلكترون .
(علمًا بأن المدى الطيفي للضوء المرئى من 400nm الى 700 nm)
[2.56 eV , من N الى L]

مستوى الطاقة	طاقة المستوى بالإلكترون فولت
K	– 13.6
L	– 3.4
M	– 1.51
N	– 0.85

****

س ١٢-٢ : مسائل على أنبوبة كولدج :

(١١) انطلق الكترون معجل وقذف الهدف في أنبوبة كولدج وكانت طاقة الإلكترون J 4.8×10^{-18} ، احسب الطول الموجى للأشعة السينية الناتجة ، بفرض أن الإلكترون فقد طاقته دفعة واحدة .
[414 A°]

****

(١٢) إذا كان فرق الجهد بين المصعد والمهبط لأنبوبة توليد الأشعة السينية هو 13255V فما هو أعلى تردد لهذه الأشعة؟ .
[3.2×10^{18} H]

****

(١٣) في أنبوبة كولدج إذا كانت الطاقة اللازمة لانطلاق الطيف المميز للأشعة السينية 1.9875×10^{-15}J احسب الطول الموجي لهذا الإشعاع
[1A°]

****

(١٤) احسب أقصر طول موجي للأشعة السينية المتولدة من أنبوبة كولدج عند فرق جهد يساوي :
أ- 10000 V ، ب – 50000 V
[1.242A° , 0.2484A°]

****

(١٥) تعمل أنبوبة أشعة إكس عند فرق جهد قدره 40KV وتيار كهربي قدره 5mA احسب:
١) أقل طول موجي لأشعة X الناتجة [3.1×10^{-11}m]
٢) عدد الإلكترونات التي تصطدم بالهدف في الثانية [3.125×10^{16}e]
٣) معدل الطاقة الكهربية المستخدمة في الانبوبة . [200 W]
٤) الطاقة الكهربية المستخدمة بواسطة الأنبوبة كل ثانية [200J]
٥) معدل طاقة أشعة X الناتجة في الثانية إذا كانت كفاءة الأنبوبة 2% [4W]

****

(١٦) إذا كان فرق الجهد بين الفتيلة والهدف في أنبوبة كولدج هو 20KV وشحنة الإلكترون 1.6×10^{-19}C وثابت بلانك 6.625×10^{-34}J.s ، سرعة الضوء 3×10^{8} م/ث احسب: ❶ طاقة الإلكترونات المنبعثة ❷ أقصى طول موجي للأشعة السينية المنبعثة
[3.2×10^{-15}J , 6.21×10^{-11}m]

****

(١٧) إذا كانت النهاية الصغرى للطول الموجي للأشعة السينية الصادرة من أنبوبة توليد الأشعة السينية $1.24A^0$ فاحسب فرق الجهد بين الفتيلة والهدف علما بأن شحنة الإلكترون 1.6×10^{-19}C وثابت بلانك 6.625×10^{-34}J.s ، سرعة الضوء 3×10^{8} م/ث
[10.02×10^{3} فولت]

****

(١٨) إذا علمت أن أقصر طول موجى للأشعة السينية الصادرة من أنبوبة كولدج 0.414 A° احسب طاقة الأشعة السينية ، وفرق الجهد المسلط .
[4.8×10^{-15} J , 30×10^{3} V]

****

س ١٢-٣ : أفكار مميزة :

(١٩) الشكل المقابل يوضح طيف أشعة إكس المنبعثة من أنبوبة كولدج :

١- ماذا يحدث مع الرسم للطول الموجى المميز عند :-

(أ) زيادة فرق الجهد مع ثبات مادة الهدف .

(ب) تغير مادة الهدف مع ثبات فرق الجهد

٢- احسب

(أ) فرق الجهد بين الفتيلة والهدف .

(ب)الطاقة اللازمة لانطلاق الطيف المميز .

(ت)اعلى تردد لأشعة X الصادرة .

شدة الإشعاع

الطول الموجى (nm)

0 0.04 0.08 0.12

[31.05×10^{3} V , 2.48×10^{-15} J , 7.5×10^{18} J]

****

(٢٠) عندما يمر ضوء أبيض خلال وعاء يحتوى على غاز الهيدروجين فإنه يلاحظ أن أطوالاً موجية من متسلسلة بالمر ومتسلسلة ليمان يتم امتصاصها ، هل هذا الغاز ساخن أم بارد ؟ ولماذا ؟

****

(٢١) تشك إحدى شركات الصلب فى أن إحدى منافساتها تضيف الى منتجاتها كسرًا صغيرًا من عنصر أرضى نادر ، كيف يمكن تحديد نوع ذلك العنصر فى أقل وقت ممكن ؟

****

(٢٢) إلكترون حر طاقة حركته 20eV اصطدم بذرة هيدروجين مستقرة فأثارها الى مستوى معين وتشتت الإلكترون بسرعة أقل من سرعة التصادم ، فإذا انبعث من ذرة الهيدروجين عندما عادت الى وضع الاستقرار فوتون طوله الموجى 1.216×10^{-7} m احسب سرعة تشتت الإلكترون . **[1.86×10^{6} m/s]**

****

(٢٣) إذا علمت أن طاقة مستويات ذرة الهيدروجين كما بالجدول المقابل ، وعند سقوط إلكترون حر طاقته 20eV على ذرة الهيدروجين المستقرة نتج عن ذلك صدور 2 فوتون من الذرة ، الاول صاحب أكبر طول موجى فى ليمان ، والثانى صاحب أكبر طول موجى فى بالمر . احسب الطول الموجى المصاحب للإلكترون بعد التصادم بتلك الذرة ؟

مستوى الطاقة	طاقة المستوى بالإلكترون فولت
E_1	– 13.6
E_2	– 3.39
E_3	– 1.51
E_4	– 0.85

[2.7 A°]

****

(٢٤) ✍ **أذكر أحد النتائج المترتبة على :**

استخدام الموليبدنيوم (عدد الذرى 42) كهدف فى مصعد أنبوبة كولدج بدلًا من التنجستين (عدد الذرى 74)

****

(٢٥) ✍ إذا انتقل الإلكترون من المستوى الرابع الى المستوى الثانى فانبعث فوتون (أ) ، ثم انتقل الإلكترون من المستوى الثانى الى المستوى الأول فانبعث فوتون (ب) :

(أ) أى الفوتونين ذو تردد أعلى ؟

(ب)فى أى مناطق الاشعاع الكهرومغناطيسى يقع الطيف المنبعث فى كل حالة ؟

(ج) احسب الطول الموجى للطيف الذى يمثله الفوتون (أ)

(د) اوجد كتلة الفوتون (ب)

[1.813×10^{-35} kg – 4.8713×10^{-7} m – ليمان (ب) ، بالمر (أ) – الفوتون (أ)]

****

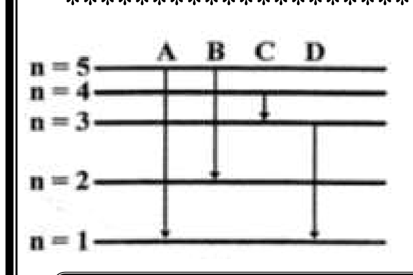
(٢٦) ✍ يمثل الشكل المقابل بعض الانتقالات للإلكترون فى ذرة الهيدروجين أى انتقال منها

(أ) يعطى أقصر طول موجى .

(ب)يقع فى سلسلة باشن .

(ج) يعطى إشعاع فى منطقة الضوء المنظور .

[A – C – B]



الفصل السابع

الليــــــزر

الليــزر
" تضخيم أو تكبير شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث "

◈ ☜ **معنى كلمة ليزر** (Laser)
هي الحروف الأولى لجملة Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation وتعني (تكبير شدة الضوء بواسطة الإنبعاث المستحث وهى تعبر عن فكرة عمل الليزر)

الانبعاث التلقائى والانبعاث المستحث

إثارة الذرة
" عملية امتصاص الذرة لفوتون وانتقالها من المستوى الأرضى الى أحد مستويات الإثارة "

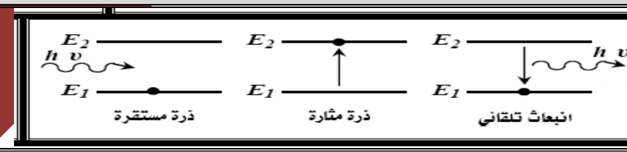
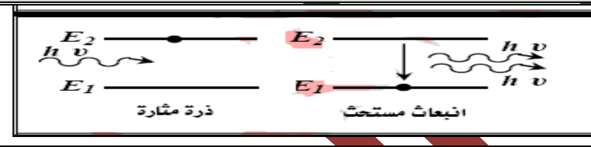
فترة العمر
" الفترة الزمنية التى تتخلص بعدها الذرة وتعود الى حالتها العادية . "

◈ للذرة مستويات طاقة أدناها يسمى المستوى الأرضي (طاقته E_1) وهو المستوى الذي تتواجد فيه الذرة في حالتها العادية غير المثارة (مستقرة)

◈ عندما تكتسب الذرة فوتون طاقته $h\upsilon = E_n - E_1$
(حيث : $E_n = E_2 , E_3 , E_4 , \ldots\ldots$) فإنها تنتقل من المستوى الأرضي الى أحد مستويات الطاقة الأعلى وتسمى هذه المستويات بمستويات الإثارة ، وتعرف هذه العملية بعملية **إثارة الذرة** .

◈ تفقد الذرة المثارة طاقة بعد فترة زمنية قصيرة جدًا تسمى فترة زمنية قصيرة جدًا تسمى فترة العمر وتعود الى مستواها الأرضي ، **وذلك بإحدى الطريقتين :**
❶ الانبعاث التلقائى بعد انتهاء فترة العمر بدون مؤثر خارجي
❷ الانبعاث المستحث قبل انتهاء فترة العمر بتأثير سقوط فوتون آخر .

ويمكن توضيح الفرق بينهما كما يلي :

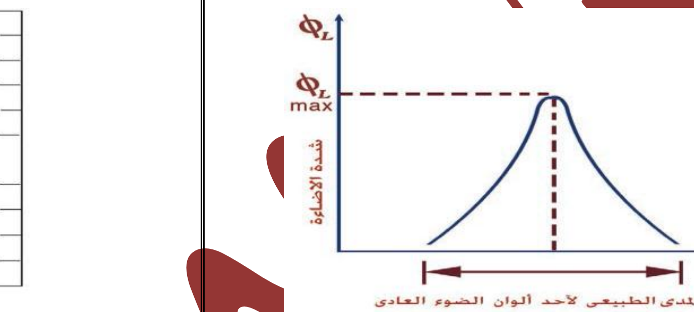
الانبعاث التلقائى	الانبعاث المستحث
كيفية حدوثه	
	
شرط حدوثه	
عند انتقال الذرة المثارة من مستوى الإثارة الى مستوى أخر أقل منه في الطاقة ، بعد انتهاء فترة العمر(حوالى 10^{-8} s) تشع الذرة فوتون طاقته تساوى الفرق بين طاقتى المستويين تلقائيًا دون أى مؤثر خارجي .	عند انتقال الذرة المثارة من مستوى الإثارة الى مستوى آخر أقل منه في الطاقة بتأثير سقوط فوتون طاقته تساوى فرق الطاقة بين المستويين ، قبل انتهاء فترة العمر تشع الذرة فوتون طاقته تساوى الفرق بين طاقتي المستويين منبعثًا مع الفوتون الساقط
خصائص الفوتونات	
• فوتون له نفس تردد الفوتون الأصلي (الذى تسبب في الإثارة) وليس له نفس الاتجاه أو الطور . • الفوتونات المنبعثة تغطي مدى كبير من الأطوال الموجية في الطيف الكهرومغناطيسي (غير نقية طيفيًا) • تنتشر الفوتونات بصورة عشوائية في جميع الاتجاهات • يقل تركيز الفوتونات أثناء الانتشار ، بحيث تتناسب شدة الإشعاع عكسيًا مع مربع المسافة التى تتحركها(تخضع لقانون التربيع العكسى)	• فوتونان مترابطان متساويان في التردد يتحركان في نفس الاتجاه بنفس الطور . • الفوتونات المنبعثة لها طول موجي واحد فقط (نقية طيفيا) • تنتشر الفوتونات في اتجاه واحد على هيئة أشعة متوازية. • تظل شدة الاشعاع ثابتة أثناء انتشارها ولمسافات طويلة (لا تخضع لقانون التربيع العكسى)
أمثلة	
مصادر الضوء العادية .	مصادر الليزر

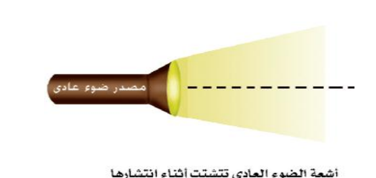
الانبعاث التلقائى
" انطلاق إشعاع من الذرة المثارة عند انتقالها من مستوى طاقة أعلى الى مستوى طاقة أقل بعد انتهاء فترة العمر تلقائيًا وبدون أى مؤثر خارجي "

الانبعاث المستحث
" انطلاق إشعاع من الذرة المثارة نتيجة سقوط فوتون آخر خارجي له نفس طاقة الفوتون المسبب لإثارتها قبل انتهاء فترة العمر لتخرج في النهاية فوتونات فى حالة ترابط (لها نفس الطور والاتجاه والتردد) "

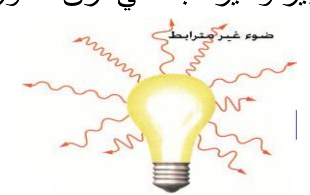
خصائص أشعة الليزر

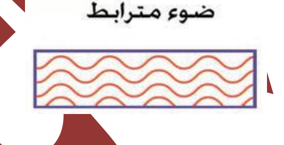
تتميز أشعة الليزر عن أشعة الضوء العادي فى أنها ناتجة عن انبعاث مستحث للذرات أما أشعة الضوء العادي يكون الانبعاث السائد فيها هو الانبعاث التلقائى ، وهذا الاختلاف ينعكس على خصائص كل منهما كما هو موضح فيما يلى :

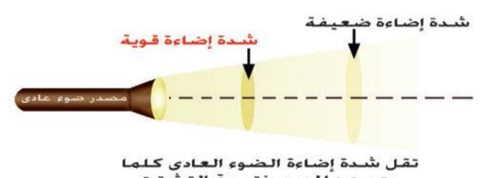
<table>
<tr><th>أشعة الضوء العادي</th><th>أشعة الليزر</th></tr>
<tr><th colspan="2">أولا : النقاء الطيفي</th></tr>
<tr><td>
- الفوتونات المنبعثة لها مدى كبير من الأطوال الموجية (أى يتميز باتساع طيفى كبير) لذلك عند رؤية الضوء بالعين المجردة نلمس تعدد درجاته)
- تتفاوت شدة الإضاءة من طول موجي لآخر .


</td><td>
- الفوتونات المنبعثة لها مدى ضئيل جدًا من الأطوال الموجية (أى يتميز باتساع طيفى صغير)
- تتركز الشدة عند طول موجى معين لذلك يعتبر ضوء أحادى الطول الموجى .
</td></tr>
<tr><th colspan="2">ثانيا : توازي الحزمة الضوئية</th></tr>
<tr><td>
يزداد قطر الحزمة الضوئية أثناء انتشارها نتيجة التشتت


أشعة الضوء العادى تتشتت أثناء انتشارها
</td><td>
يظل قطر الحزمة الضوئية ثابتًا لمسافات طويلة أثناء الانتشار ، حيث تتحرك حزمة الليزر بصورة متوازية ولا تعاني تشتت يذكر ، ومن ثم يمكن نقل الطاقة الضوئية لمسافات طويلة دون فقد ملحوظ


أشعة الضوء الليزر تنتشر فى حزمة متوازية لمسافات طويلة
</td></tr>
<tr><th colspan="2">ثالثا : ترابط الفوتونات</th></tr>
<tr><td>
فوتونات الضوء العادى غير مترابطة زمانيًا ومكانيًا لأنها:
١) تنطلق من المصدر في لحظات زمنية مختلفة
٢) تنتشر باختلاف كبير وغير ثابت في فرق الطور


</td><td>
فوتونات الليزر مترابطة زمانيًا ومكانيًا لأنها:
١) تنطلق من المصدر في نفس اللحظة
٢) تنتشر بفرق طور ثابت فيما بينها .


</td></tr>
<tr><th colspan="2">رابعا: الشدة</th></tr>
<tr><td>
تخضع لقانون التربيع العكسي حيث تقل شدة الضوء الساقطة على السطح بزيادة المسافة بين السطح والمصدر الضوئى ويرجع ذلك الى عدم ترابط الفوتونات اثناء انتشارها .


تقل شدة إضاءة الضوء العادى كلما بعد عن المصدر نتيجة التشتت
</td><td>
لا تخضع لقانون التربيع العكسي وبالتالى تظل شدة الضوء الساقطة على السطح ثابتة مهما كانت المسافة بين السطح والمصدر الضوئى ويرجع ذلك الى ترابط الفوتونات فتكون الأشعة أكثر شدة وتركيز فتنتشر لمسافات بعيدة دون تشتت يذكر
مصدر ضوء ليزر
يحتفظ ضوء الليزر بشدة ثابتة أثناء انتشاره
</td></tr>
</table>

قانون التربيع العكسى
" تتناسب الشدة الضوئية الساقطة على سطح عكسيًا مع مربع المسافة بين السطح و المصدر الضوئى ".

النقاء الطيفي
" خاصية اتفاق فوتونات الليزر في التردد ".

الترابط
" خاصية اتفاق فوتونات الليزر في الطور ".

العناصر الأساسية لليزر

❶ الوسط الفعال

◈ هو المادة الفعالة لإنتاج شعاع الليزر **وقد يكون :**
١) **بللورات صلبة** : مثل الياقوت الصناعي
٢) **مواد صلبة شبة موصلة** : مثل بللورات السيليكون .
٣) **صبغات سائلة** : مثل الصبغات العضوية المذابة في الماء
٤) **ذرات غازية** : مثل خليط غازي الهيليوم والنيون .
٥) **غازات متأينة** : مثل غاز الأرجون المتأين .
٦) **جزيئات غازية** : مثل غاز ثاني أكسيد الكربون .

❷ مصادر الطاقة

◈ هي المسئولة عن إكساب ذرات أو جزيئات الوسط الفعال الطاقة اللازمة لإثارتها ، ومن مصادر الطاقة المستخدمة للإثارة

(١) الطاقة الكهربية :
وتتم الإثارة بالطاقة الكهربية بطريقتين :
(أ) التفريغ الكهربي باستخدام فرق جهد مستمر عال وغالباً ما تستخدم هذه الطريقة في أجهزة الليزر الغازية مثل ليزر ثانى أكسيد الكربون ، وليزر (الهيليوم – النيون) ، وليزر الأرجون .
(ب) استخدام مصادر الترددات الراديوية

(٢) الطاقة الضوئية :
وتعرف الإثارة بالطاقة الضوئية بالضخ الضوئي وتتم بطريقتين
(أ) باستخدام المصابيح الوهاجة ذات الطاقات العالية : كما في ليزر الياقوت
(ب) باستخدام شعاع ليزر : كما في ليزر الصبغات السائلة .

عملية الضخ الضوئى
" إثارة ذرات المادة الفعالة لتوليد الليزر بالطاقة الضوئية . "

(٣) الطاقة الحرارية :
حيث يستخدم التأثير الحراري الناتج عن الضغط الحركي للغازات في إثارة المواد التي تبعث أشعة الليزر .

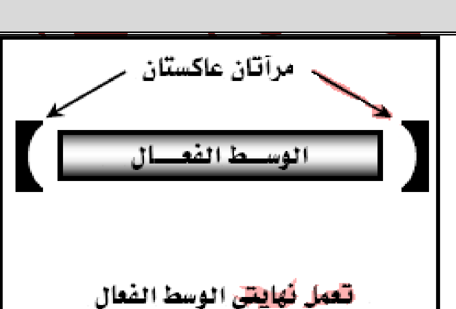
(٤) الطاقة الكيميائية :
حيث ينتج عن التفاعل الكيميائي طاقة تعمل على انتاج شعاع الليزر مثل الطاقة الناتجة عن تفاعل مزيج من الهيدروجين والفلور أو فلوريد الديوتيريوم وثاني أكسيد الكربون

❸ التجويف الرنيني

◈ هو الوعاء الحاوي للمادة الفعالة والمنشط والمسئول عن عملية التكبير وهو نوعان :

(١) تجويف رنيني خارجي :
عبارة عن مرآتين متوازيتين وعموديتين على محور الأنبوبة إحداهما عاكسة والأخرى شبه منفذة ، تحصران بينهما المادة الفعالة بحيث تكون الانعكاسات المتعددة بينهما هى الأساس في عملية التكبير الضوئى وهو التجويف المستخدم في ليزر الغازات مثل ليزر (الهيليوم – النيون)

(٢) تجويف رنيني داخلي:
حيث يتم طلاء نهايتى المادة الفعالة لتعملا كمرآتين متوازيتين وعموديتين على محور البللورة إحداهما شبه منفذة لتسمح بمرور بعض أشعة الليزر المتولدة وهو التجويف المستخدم في ليزر الجوامد مثل ليزر الياقوت .



م	علل لما يلى	الاجابة
١	حدوث الانبعاث المستحث	لأنه عند سقوط فوتون طاقته ($h\upsilon = E_2 - E_1$) على ذرة مثارة بالفعل وموجودة فى مستوى الإثارة E_2 قبل انتهاء فترة العمر فإن هذا الفوتون يدفع الذرة الى أن تشع طاقة إثارتها على شكل فوتون آخر له نفس تردد واتجاه وطور الفوتون الساقط فيتولد فوتونان مترابطان وتعود الذرة الى المستوى الأرضى .
٢	بالرغم من انبعاث فوتونين بتأثير فوتون واحد في عملية الانبعاث المستحث فإن ذلك لا يعد خرقًا لقانون بقاء الطاقة .	لأن أحدهما هو الفوتون الساقط والآخر ناتج عن عودة الإلكترون من مستوى طاقة أعلى الى مستوى طاقة أقل .
٣	تنتقل الطاقة الضوئية في الليزر لمسافات بعيدة دون فقد ملحوظ	لأن أشعة الليزر تنتشر في صورة حزمة متوازية فلا تعانى تشتت يذكر مهما تحركت لمسافات طويلة .
٤	لا تخضع أشعة الليزر لقانون التربيع العكسي .	لأن أشعة الليزر مترابطة ومتوازية فلا تتغير شدتها عكسيًا مع مربع المسافة المقطوعة كما في الضوء العادي .
٥	النقاء الطيفي لشعاع الليزر	لان فوتونات الليزر لها طول موجى واحد تقريبًا .
٦	يعتبر شعاع الليزر ضوء أحادي الطول الموجي	لأن مصادر الليزر تنتج خطًا طيفيًا واحدًا له مدى ضئيل جدًا من الأطوال الموجية وتتركز الشدة عند هذا الطول الموجي المحدد
٧	أشعة الليزر أكثر شدة وتركيزًا ومترابطة	لأن أشعة الليزر تنطلق من المصدر في نفس اللحظة كما أنها تحتفظ فيما بينها بفرق طور ثابت أثناء الانتشار لمسافات طويلة أي أن الفوتونات تنطلق بصورة مترابطة زمانيًا ومكانيًا

شروط حدوث (الحصول على) الانبعاث المستحث

❶ وجود ذرة مثارة لم ينقضي فترة العمر لها .
❷ أن يمر بها فوتون طاقته مساوية لطاقة الفوتون المسبب لإثارتها .

نظرية عمل الليزر (الفعل الليزري)

❶ الوصول بذرات أو جزيئات الوسط الفعال إلى حالة الاسكان المعكوس والتي يكون فيها عدد الذرات في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى .



حالة الاسكان المعكوس

" الحالة التى يكون فيها عدد الذرات في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى ".

❷ انطلاق فوتونات من الذرات المثارة بالانبعاث المستحث .

❸ تضخيم الإشعاع المنطلق بالانبعاث المستحث داخل التجويف الرنينى حتى تحدث انعكاسات متتالية للشعاع بين سطحي مرآتي التجويف فيحث ذرات أخرى على طول مساره لتولد فوتونات جديدة وهكذا يتضخم الشعاع بالانبعاث المستحث .

ليزر الهيليوم – نيون

◈ ☜ لماذا الهيليوم نيون؟

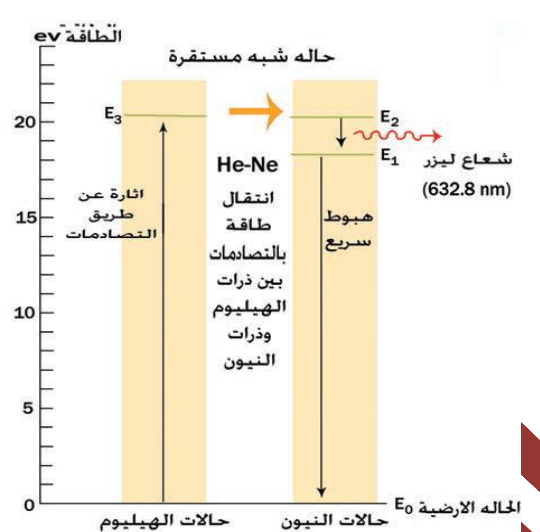
لتقارب قيم طاقة مستويات الإثارة شبه المستقرة فيهما .

تركيب الجهاز

❶ أنبوبة من زجاج الكوارتز بها خليط من غازي الهيليوم والنيون بنسبة 1:10 تحت ضغط منخفض حوالي 0.6 mmHg .

❷ مرآتان مستويتان متوازيتان ومتعامدتان على محور الأنبوبة إحداهما عاكسة (معامل انعكاس إحداهما 99.5%) والأخرى شبه منفذة (معامل انعكاسها 98%)

❸ مجال كهربي عالي التردد أو فرق جهد كهربي عالي مستمر يسلط على الغاز داخل الأنبوبة لإحداث تفريغ كهربي و إثارة ذرات الغاز .



شرح عمله

❶ يعمل فرق الجهد على إثارة ذرات الهيليوم إلى مستويات طاقة أعلى .

❷ تصطدم ذرات الهيليوم المثارة تصادمًا غير مرنًا مع ذرات نيون غير مثارة ونظرًا لتقارب قيم طاقة مستويات الإثارة شبه المستقرة فيهما تنتقل طاقة الإثارة من ذرات الهيليوم الى ذرات النيون وتعمل على إثارتها .

❸ باستمرار عملية التصادم بين ذرات الهيليوم المثارة وذرات النيون يحدث تراكم لذرات النيون في مستوى إثارة يتميز بكبر فترة العمر له (حوالي 10^{-3}s) **يعرف بمستوى الطاقة شبه المستقر** ، وبذلك يتحقق وضع الإسكان المعكوس لغاز النيون.

❹ تهبط بعض ذرات النيون تلقائيًا إلى مستوى إثارة أقل وينطلق منها فوتونات طاقتها تساوى الفرق بين طاقتي المستويين تنتشر هذه الفوتونات بصورة عشوائية في جميع الاتجاهات داخل الأنبوبة .

❺ الفوتونات التى تتحرك في اتجاه محور الأنبوبة أو موازية له تصطدم بإحدى المرآتين فترتد الى الداخل مرة أخرى لتلاقى عدة انعكاسات متتالية بين مرآتي التجويف .

❻ أثناء حركة الفوتونات بين المرآتين تصطدم ببعض ذرات النيون التي لم تنته فترة العمر لها في المستوى شبه المستقر، فيحدث انبعاث مستحث وينطلق من كل ذرة فوتونان لهما نفس التردد والطور والاتجاه .

❼ تتكرر الخطوة السابقة مرات عديدة وفى كل مرة يتضاعف عدد الفوتونات الناتج بالانبعاث المستحث حتى تتم عملية تضخيم الإشعاع .

❽ عندما تصل شدة الإشعاع إلى حد معين يخرج جزء منه من خلال المرآه شبه المنفذة على شكل شعاع ليزر ويبقى باقي الشعاع داخل الأنبوبة لتستمر عملية الإنبعاث المستحث وانتاج الليزر .

❾ ذرات النيون التي هبطت إلى مستوى الإثارة الأقل تفقد ما بقى بها من طاقة في صورة طاقة حرارية وتهبط إلى المستوى الأرضي ثم تعود لتثار بالتصادم مع ذرات هيليوم أخرى .

❿ ذرات الهيليوم التي فقدت طاقة إثارتها بالتصادم بذرات النيون تثار بدورها مرة أخرى بفعل التفريغ الكهربي داخل الأنبوبة ، وهكذا ....



مستوى الطاقة شبه المستقر

" مستوى طاقة يتميز بفترة عمر طويلة نسبيًا (حوالي 10^{-3} s) ".

م	علل لما يلى	الاجابة
١	اختيار غازى الهيليوم والنيون كمادة فعالة في ليزر (He –Ne)	لأن قيم طاقة مستويات الإثارة شبه المستقرة لهما متقاربة .
٢	غازى الهيليوم والنيون مناسبين لإنتاج ليزر غازى .	
٣	يشترط في مصادر الليزر أثناء التشغيل أن يصل الوسط الفعال لوضع الإسكان المعكوس في حين لا يتطلب ذلك في مصادر الضوء العادية	لأن أساس عمل الليزر تواجد أكبر عدد من الذرات في مستوى إثارة شبه مستقر حتى يكون الانبعاث المستحث هو السائد .
٤	يحدث تضخيم لفوتونات الانبعاث المستحث داخل التجويف الرنيني	لإحداث انعكاسات متتالية متكررة للفوتونات الناتجة من عملية الانبعاث المستحث على مرآتي التجويف الرنيني فتصطدم ببعض ذرات النيون في مستوى الإثارة شبه المستقر فتحثها على إطلاق فوتونات جديدة فيتضاعف عدد الفوتونات المتحركة وتتضخم شدة الإشعاع حتى تصل الى داخل الأنبوبة الى حد يسمح لها بالنفاذ من المرآه شبه المنفذة
٥	وجود مرآتان عاكستان إحداهما شبه منفذة عند نهايتى أنبوبة ليزر (الهيليوم – نيون)	
٦	وجود مرآه عاكسة ونصف شفافة في جهاز الليزر	وذلك حتى تعكس الشعاع عدة مرات فيزيد طول المسار وبذلك يحث أكبر عدد من الذرات المثارة في الإسكان المعكوس وبذلك يتضخم الشعاع
٧	يعتبر ليزر الهيليوم نيون مثالا لتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية وحرارية	وذلك لأنه يعطي الجهاز طاقة كهربية للتشغيل وينتج شعاع ليزر ضوئي وحرارة ناتجة عن هبوط الذرات من مستويات عليا إلى سفلى

تطبيقات على الليزر

(١) التصوير المجسم (الهولوجرافى)

◈ تتكون صور الأجسام بتجميع الأشعة المنعكسة على الجسم المراد تصويره على اللوح الفوتوغرافي حيث يتم تسجيل المعلومات التى تحملها الأشعة :

في الصورة المستوية	في الصورة المجسمة
يسجل اللوح الفوتوغرافى الحساس جزء فقط من المعلومات التى تحملها الأشعة المنعكسة عن سطح الجسم وهو الاختلاف في الشدة الضوئية (والتى تتناسب مع مربع السعة)	يسجل اللوح الفوتوغرافى كل المعلومات التى تحملها الأشعة المنعكسة عن سطح الجسم مثل الاختلاف في الشدة الضوئية والاختلاف في طول مسار الأشعة (والذى ينتج عن اختلاف تضاريس الجسم) أو بتعبير آخر الاختلاف في طور موجات الضوء ($\frac{2\pi}{\lambda}$ × فرق المسار) ($\pi = 360^{o}$)

آلية التصوير المجسم

◈ اقترح العالم جابور طريقة للحصول على باقى المعلومات التى تفقد عند تكوين الصورة المستوية واستخراجها من الأشعة التى تترك الجسم المضاء ويتم ذلك كالآتى :

❶ تستخدم حزمة من الأشعة المتوازية لها نفس الطول الموجي للأشعة التى تترك الجسم المضاء (الجسم المراد تصويره) تسمى (الأشعة المرجعية)

❷ تلتقى الأشعة التي تترك الجسم المضاء حاملة المعلومات عند اللوح الفوتوغرافي

❸ يحدث تداخل ضوئي بين حزمتي الأشعة ، وعند تحميض اللوح الفوتوغرافي تظهر هُدب التداخل وهي صورة مشفرة تسمى الهولوجرام

❹ بإنارة الهولوجرام بأشعة ليزر لها نفس الطول الموجي للأشعة المرجعية وبالنظر خلاله بالعين المجردة نرى صورة مماثلة للجسم تمامًا بأبعاده الثلاثية دون استخدام عدسات .

الأشعة المرجعية

" أشعة متوازية تستخدم في التصوير المجسم لها نفس الطول الموجي للأشعة المنعكسة على الجسم

الهولوجرام

" صورة مشفرة تتكون نتيجة تداخل الأشعة المرجعية مع الأشعة المنعكسة على الجسم المراد تصويره وتظهر على شكل هدب تداخل بعد تحميض اللوح الفوتوغرافى "

ملاحظات

- الأشعة المستخدمة فى التصوير المجسم لابد أن تكون مترابطة للحصول على نماذج التداخل وهذا لا يتحقق إلا باستخدام أشعة الليزر .
- باستخدام أشعة الليزر يمكن تخزين عشرات الصور على الهولوجرام كما يمكن الحصول على صور مجسمة لأجسام متحركة .

تابع : استخدامات أشعة الليزر

	المجال	الاستخدام
٢	مجال الطب	◈ تستخدم أشعة الليزر مع الألياف الضوئية في التشخيص والعلاج بالمناظير ◈ كما تستخدم أيضًا في طب العيون : ❶ **لعلاج انفصال شبكية العين** ١) عندما تنفصل بعض أجزاء الشبكية عن الطبقة التى تحتها ، يؤدى ذلك الى فقد الأجزاء المصابة بالانفصال لوظيفتها ، وإذا لم يتم علاجها بسرعة قد تتعرض العين لانفصال تام للشبكية وتفقد قدرتها على الإبصار . ٢) بتصويب حزمة رفيعة من الليزر الى الأجزاء المصابة بالإنفصال أو التمزق تعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر على إتمام عملية الالتحام في أجزاء من الثانية . ❷ **يستخدم الليزر في علاج حالات قصر النظر وطول النظر وبذلك يستغني المريض عن النظارة**
٣	مجال الاتصالات	حيث تستخدم الألياف الضوئية وأشعة الليزر كبديل لكابلات التليفونات
٤	المجالات العسكرية	تستخدم أشعة الليزر في توجيه الصواريخ بدقة عالية وفى القنابل الذكية و رادار الليزر ، وفيما يعرف بحرب النجوم حيث تستخدم أشعة الليزر لتدمير الصواريخ وهى في الفضاء بعد إطلاقها مباشرةً .
٥	مجال الصناعة	تولد بعض أنواع الليزر طاقة تكفى لصهر المعادن (فمثلاً يمكن تركيز ضوء الليزر لإسالة الحديد وتبخيره) ومنها ما يولد طاقة تكفى ثقب الماس
٦	مجال الحاسبات	❶ للتسجيل على الأقراص المدمجة (أقراص الليزر CDs) ❷ طابعة الليزر ، حيث يستخدم شعاع الليزر في نقل المعلومات من الكمبيوتر الى اسطوانة عليها مادة حساسة للضوء ، ثم يتم الطبع باستخدام الحبر .
٧	مجالات أخرى	مثل أعمال المساحة لتحديد المساحات والأبعاد بدقة – عروض الليزر والفنون – أبحاث الفضاء

م	علل لما يلى	الاجابة
١	**لا يمكن تكوين صور بأبعادها الثلاثية إلا باستخدام أشعة الليزر**	لأن شرط الحصول على الصور ثلاثية الأبعاد استخدام فوتونات مترابطة توضح اختلاف كل من شدة الإضاءة وفرق الطور لهُدب التداخل الناتجة عنها وهذا لا يتوفر إلا في أشعة الليزر .
٢	**تستخدم أشعة الليزر في عمليات علاج الانفصال الشبكية .**	لأن أشعة الليزر متوازية ومتناهية الدقة تعمل طاقتها الحرارية على إتمام عملية الالتحام في وقت قصير .
٣	**تستخدم أشعة الليزر فى توجيه الصواريخ فى التطبيقات الحربية .**	لأن أشعة الليزر متوازية لا تتغير شدتها بزيادة المسافة المقطوعة فتكون مناسبة لتوصيل الإشارة للصواريخ .

أسئلة وتدريبات على الفصل السابع

س ١ : أكتب المصطلح العلمي الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) [مصر ٢٠١٦] تضخيم أو تكبير شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث .
(٢) الفترة الزمنية التى تتخلص بعدها الذرة من طاقة الإثارة وتعود الى حالتها العادية .
(٣) ✍ انطلاق إشعاع من الذرة المثارة عند انتقالها من مستوى طاقة أعلى الى مستوى طاقة أقل بعد انتهاء فترة العمر تلقائيًا وبدون أى مؤثر خارجي .

- ✍ الإنبعاث السائد فى مصادر الضوء العادية .

(٤) ✍ الانبعاث الذى يحدث فيه انتقال للذرة من المنسوب الأعلى طاقة (E_2) الى المنسوب الأدنى طاقة (E_1) عندما يمر بالذرة الموجودة فى المنسوب الاعلى طاقة (E_2) فوتون طاقته ($h\upsilon = E_2 - E_1$)

- انطلاق إشعاع من الذرة المثارة نتيجة سقوط فوتون آخر خارجي له نفس طاقة الفوتون المسبب لإثارتها قبل انتهاء فترة العمر لتخرج فى النهاية فوتونات فى حالة ترابط (لها نفس الطور والاتجاه والتردد) .

(٥) خاصية اتفاق فوتونات الليزر فى التردد
(٦) خاصية اتفاق فوتونات الليزر فى الطور .
(٧) خاصية احتفاظ فوتونات الليزر بشدتها لمسافات بعيدة .
(٨) خاصية احتفاظ فوتونات الليزر بقطر ثابت للحزمة الضوئية أثناء الانتشار ولمسافات طويلة .
(٩) تتناسب الشدة الضوئية الساقطة على سطح عكسيًا مع مربع المسافة بين السطح والمصدر الضوئى .
(١٠) المادة الفعالة لإنتاج شعاع الليزر .
(١١) المصادر المسئولة عن إكساب ذرات أيونات الوسط الفعال الطاقة اللازمة لإثارتها لتوليد الليزر .
(١٢) إثارة ذرات المادة الفعالة لتوليد الليزر بالطاقة الضوئية .
(١٣) الوعاء الحاوي للمادة الفعالة والمنشط والمسئول عن عملية التكبير .
(١٤) الحالة التى يكون فيها عدد الذرات فى مستويات الإثارة العليا أكبر من العدد المتواجد فى المستويات الأدنى .
(١٥) ✍ مستوى طاقة يتميز بفترة عمر طويلة نسبيًا حوالى 10^{-3} s .
(١٦) أشعة متوازية تستخدم فى التصوير المجسم لها نفس الطول الموجي للأشعة المنعكسة على الجسم .

- ✍ حزمة من الأشعة المتوازية تلتقى مع الأشعة التى تترك الجسم المضاء حاملة المعلومات فى التصوير المجسم .

(١٧) صورة مشفرة تتكون نتيجة تداخل الأشعة المرجعية مع الأشعة المنعكسة على الجسم (المراد تصويره) وتظهر على شكل هُدب تداخل بعد تحميض اللوح الفوتوغرافى .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١) الفوتون الناتج بالإنبعاث التلقائى يتفق مع الفوتون المسبب للإثارة فى ....
(التردد فقط – الاتجاه فقط – التردد والاتجاه – التردد والاتجاه والطور)
(٢) فى الانبعاث التلقائى تتخلص الذرة المثارة من طاقة الإثارة وتعود الى حالتها العادية بعد فترة وجيزة تسمى فترة العمر وهى حوالى ....
(10^{-3} – 10^{5} – 10^{-8} – 10^{8})s
(٣) فترة العمر للمستوى شبه المستقر فى ذرات النيون أكبر من فترة العمر للمستوى العادى بزمن قدره ....
(10^{-5} – 10^{5} – 10^{-8} – 10^{-3})s
(٤) الانبعاث السائد فى مصباح النيون انبعاث .... (تلقائى – مستحث – ممتص)
(٥) فوتونات الإشعاع الناتجة بالانبعاث المستحث لها نفس .... (التردد – الاتجاه – الطور – جميع ما سبق)
(٦) طاقة الفوتون الناتج من الانبعاث المستحث .... طاقة الفوتون الساقط (تساوى – أكبر من – أقل من)
(٧) سرعة ضوء شعاع الليزر .... سرعة ضوء المصادر الضوئية العادية (تساوى – أكبر من – أقل من)
(٨) ✍ من خصائص أشعة الليزر .... (عدم توازى الأشعة – النقاء الطيفى – التعدد فى الأطوال الموجية)
(٩) تركيز الاشعة فى جهاز الليزر يعنى أن فوتوناتها ....
(متقاربة الطول الموجى جدًا – لا تخضع لقانون التربيع العكسى – متحدة الطور – ذات اتجاه واحد)
(١٠) الفوتونات المترابطة فى جهاز الليزر تعنى أن لها نفس .... (التردد – الاتجاه – الشدة – الطور)
(١١) ✍ النقاء الطيفى لأشعة الليزر يعنى أن فوتوناتها ....
(لها اتجاه واحد – لها طول موجى واحد تقريبًا – متحدة فى الطور – لا تتبع قانون التربيع العكسى)

(١٢) لا تتبع أشعة الليزر قانون التربيع العكسي فى الضوء لأنها .. (مترابطة – ذات شدة عالية – ذات طول موجى واحد)
(١٣) أشعة الليزر تحتفظ بشدة ثابتة أى أنها ......
(لا تخضع لقانون التربيع العكسى – لها طول موجى واحد – لها نفس الاتجاه – لها طول موجى واحد و لها نفس الاتجاه)
(١٤) قدرة أشعة الليزر للوصول الى مسافات بعيدة تشير الى كبر .... (شدته – تردده – طوله الموجى)
(١٥) الحزمة الضوئية لأشعة الليزر متوازية يعنى ان لها نفس .... (الاتجاه – التردد – الشدة – الطور)
(١٦) التجويف الرنينى هو المسئول عن عملية .... (الإثارة – الإسكان المعكوس – التكبير – الانبعاث المستحث)
(١٧) فى ليزر الياقوت .... (التجويف الرنينى خارجى – التجويف الرنينى داخلى – لا يوجد تجويف رنينى)
(١٨) أنبوبة جهاز ليزر (الهيليوم – نيون) بها خليط من غازى الهيليوم والنيون تحت ضغط حوالى ....
(0.006 mm Hg – 0.6 mm Hg – 0.6 cm Hg)
(١٩) فى ليزر (الهيليوم – نيون) يتم خلط النيون مع الهيليوم بنسبة .... (1 : 10 – 1 : 9 – 9 : 1 – 10 : 1)
(٢٠) فى ليزر (الهيليوم – نيون) تتم إثارة ذرات المادة الفعالة باستخدام الطاقة ....
(الكهربية – الضوئية – الحرارية – الكيميائية)
(٢١) يقع ليزر (الهيليوم – نيون) فى منطقة ....
(الاشعة تحت الحمراء – الاشعة فوق البنفسجية – الضوء المنظور – لا توجد إجابة صحيحة)
(٢٢) تنبعث أشعة الليزر فى ليزر (الهيليوم – نيون) من ذرات .... (الهيليوم – النيون – كلاهما)
(٢٣) الاختلاف فى طور الضوء يساوى .... (فرق المسار ، $\frac{2\pi}{\lambda}$ ، $\frac{\pi}{\lambda}$ × فرق المسار ، $\frac{2\pi}{\lambda}$ × فرق المسار)
(٢٤) من تطبيقات أشعة الليزر (التصوير المجسم – العروض الضوئية – التسجيل على الأقراص المدمجة – جميع ما سبق)
(٢٥) يستخدم الليزر فى الأغراض الآتية عدا ..... (الطب – الاتصالات – دراسة تركيب البللورات – التسجيل على الـ CD)
****

س ٣ : علل لما يأتى :

(١) فوتونات الليزر وحيدة الطول الموجى عكس فوتونات الضوء العادى .
(٢) زاوية انفراج أشعة الليزر صغيرة جدًا ، بينما زاوية انفراج أشعة الضوء العادى كبيرة .
(٣) فوتونات الضوء العادى غير مترابطة ، بينما فوتونات الليزر مترابطة .
(٤) حدوث الانبعاث المستحث .
(٥) بالرغم من انبعاث فوتونين بتأثير فوتون واحد فى عملية الانبعاث المستحث فإن ذلك لا يعد خرقًا لقانون بقاء الطاقة .
(٦) النقاء الطيفى لشعاع الليزر .
(٧) تنتقل الطاقة الضوئية فى الليزر الى مسافات بعيدة دون فقد ملحوظ .
(٨) لا تخضع أشعة الليزر لقانون التربيع العكسى .
(٩) اختيار غازى الهيليوم والنيون كمادة فعالة فى ليزر (He – Ne) .
- غازى الهيليوم والنيون مناسبين لانتاج ليزر غازى .

(١٠) يعتبر التجويف الرنينى هو المسئول عن عمليتى الانبعاث المستحث وتضخيم الضوء .
(١١) يستخدم فرق جهد عالى فى ليزر الهيليوم – نيون
(١٢) يفضل الليزر الغازى عن غيره من مصادر الليزر الأخرى .
(١٣) تستخدم أشعة تسمى الأشعة المرجعية فى التصوير المجسم .
(١٤) يشترط فى مصادر الليزر أثناء التشغيل أن يصل الوسط الفعال لوضع الإسكان المعكوس فى حين لا يتطلب ذلك فى مصادر الضوء العادية .
(١٥) يحدث تضخيم لفوتونات الانبعاث المستحث داخل التجويف الرنينى .
- وجود مرآتان عاكستان إحداهما شبه منفذة عند نهايتى أنبوبة ليزر (الهيليوم – نيون)

(١٦) لا يمكن تكوين صور بأبعادها الثلاثية الإ باستخدام أشعة الليزر .
(١٧) تستخدم أشعة الليزر فى عمليات علاج الانفصال الشبكى .
(١٨) تستخدم أشعة الليزر فى توجيه الصواريخ فى التطبيقات الحربية .

س ٤ : أذكر شروط الحصول على كل مما يأتى :

(١) الانبعاث المستحث .　(٢) الفعل الليزرى .　(٣) التصوير المجسم .
(٤) الانبعاث التلقائى　(٥) الأسكان المعكوس

س ٥ : ما المقصود بكلا مما يأتى :

(١) 📖 الليزر
(٢) فترة العمر للذرة
(٣) 🗐 الانبعاث التلقائى
(٤) ✍ 🗐 الانبعاث المستحث
(٥) ✍ الاشعة المرجعية فى التصوير المجسم (الهولوجرام)
(٦) ✍ حالة الإسكان المعكوس فى الوسط الفعال لإنتاج الليزر
(٧) قانون التربيع العكسى
(٨) الوسط الفعال
(٩) ✍ 📖 عملية الضخ الضوئى
(١٠) ✍ التجويف الرنينى
(١١) ✍ الفعل الليزرى
(١٢) المستوى شبه المستقر
(١٣) التصوير المجسم الهولوجرافى
(١٤) ✍ النقاء الطيفى لأشعة الليزر

****

س ٦ : ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى :

(١) انتهاء فترة العمر لذرة مثارة .
- ✍ انتقال الذرات المثارة من مستوى الإثارة الى مستوى آخر أقل منه فى الطاقة بعد انتهاء فترة العمر لها .

(٢) ✍ مرور فوتون طاقته ($h\upsilon = E_2 - E_1$) بذرة مثارة فى المستوى الأعلى E_2 .
- مرور فوتون بذرة مثارة قبل إنقضاء فترة العمر لها طاقته تساوى طاقة الفوتون الأصلى المسبب للإثارة .

(٣) إتفاق فوتونات الليزر فى التردد .
(٤) خروج أشعة الليزر متوازية دون انحراف .
(٥) وجود غاز الهيليوم مفردًا فى أنبوبة الليزر .
- وجود غاز النيون مفردًا فى أنبوبة الليزر

(٦) وصول ذرات الوسط الفعال الى حالة الإسكان المعكوس .
(٧) ✍ عدم جود مرآتين متوازيتين فى نهايتى الوسط الفعال .
- عدم وجود تجويف رنينى فى ليزر الهليوم – نيون

(٨) تراكم ذرات النيون المثارة فى مستوى طاقة شبه مستقر .
(٩) تسجيل الإختلاف فى الشدة الضوئية فقط للأشعة المنعكسة عن الجسم على لوح فوتوغرافي حساس .
(١٠) ✍ تداخل الأشعة المرجعية مع أشعة الجسم فى التصوير المجسم .
- [مصر ٢٠١٦] التقاء الأشعة التى تترك الجسم على فيلم حساس مع الأشعة المرجعية فى التصوير المجسم .

(١١) ✍ إنارة الهولوجرام بأشعة ليزر لها نفس الطول الموجى للأشعة المرجعية .

****

س ٧ : أذكر استخدام أو وظيفة لكل مما يأتى :

(١) ✍ مصادر الترددات الراديوية فى الليزر .
(٢) ✍ فرق الجهد العالى المستمر بين طرفى أنبوبة التفريغ فى ليزر (الهيليوم – نيون)
- ✍ المجال الكهربى عالى التردد فى ليزر (الهيليوم – نيون)

(٣) ✍ 📖 التجويف الرنينى فى جهاز الليزر الغازى .
- ✍ المرآتان العاكستان فى أنبوبة توليد الليزر .

(٤) مجموعة الفوتونات التى تبقى فى أنبوبة ليزر (الهيليوم – نيون) بعد خروج جزء منها .
(٥) ✍ 📖 ذرات الهيليوم فى ليزر (الهيليوم – نيون)
(٦) ✍ ذرات النيون فى ليزر (الهيليوم – نيون)
(٧) ✍ الأشعة المرجعية فى الهولوجرافى .
(٨) ✍ أشعة الليزر فى التصوير ثلاثى الأبعاد (الهولوجرافى)
(٩) ✍ الليزر فى المجال الطبى .
(١٠) ✍ الليزر فى المجال العسكري
(١١) أشعة الليزر فى الاتصالات .

****

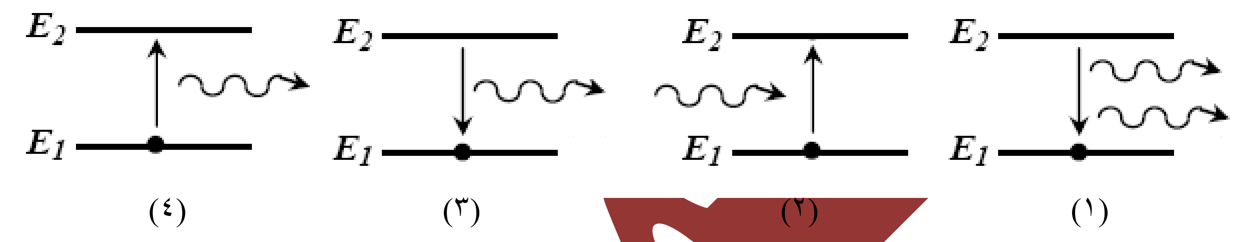
س ٨ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) الانبعاث التلقائى والانبعاث المستحث .(من حيث اتجاه حركة الفوتونات بعد انطلاقها [مصر ٢٠١٦])
(٢) أشعة الضوء العادى و أشعة الليزر .
(٣) أشعة X واشعة الليزر (من حيث : الطول الموجى لكلا منهما)
(٤) شعاع ليزر (الهيليوم – نيون) وشعاع مصباح النيون عند مرور كل منهما خلال المطياف .
(٥) التصوير العادى والتصوير المجسم (من حيث : المعلومات المسجلة عن الصورة) .

****

س ٩ : أسئلة متنوعة :

(١) **الاشكال التالية تمثل مستويات الطاقة للذرة :**



أى منها يمثل
(أ) حالة امتصاص . (ب) حالة انبعاث مستحث . (جـ) حالة انبعاث تلقائى

****

(٢) **ماذا نعنى بقولنا أن** : فترة العمر لمستوى الإثارة فى الذرة = 10^{-8} S ؟

****

(٣) **وضح بالرسم فقط** الفرق بين الانبعاث التلقائى والانبعاث المستحث ، أى منهما ينتج عنه شعاع الليزر ؟

****

(٤) اذكر عاملاً واحدًا يؤثر على انطلاق فوتونات مترابطة من ذرة مثارة ؟

****

(٥) أشرح الفكرة العلمية التى يبنى عليها عمل الليزر .

****

(٦) كيف تميز بين شعاع الضوء العادى وشعاع الليزر ؟

****

(٧) **اذكر (دون شرح) :**
(أ) مميزات الانبعاث المستحث .
(ب) اهم خواص أشعة الليزر
(ت) ثلاثة من مصادر الطاقة المسئولة عن إثارة الوسط الفعال للحصول على شعاع ليزر .
(ث) العناصر (المكونات) الأساسية لأجهزة توليد الليزر ، ولماذا تم اختيار عنصري الهيليوم والنيون فى جهاز ليزر (الهيليوم – نيون)

****

(٨) **أذكر مثالين يوضحان كل مما يأتى**
(أ) توازى شعاع الليزر إحدى مميزات شعاع الليزر .
(ب) الشدة العالية لشعاع الليزر إحدى مميزات شعاع الليزر .

****

(٩) **وضح بالرسم شكلاً تخطيطيًا مكتمل البيانات لجهاز ليزر (الهيليوم – نيون) ثم أجب :**
(أ) ما سبب اختيار الغازين معًا ؟
(ب) قارن بين التجويف الرنينى فى هذا الجهاز والتجويف الرنينى فى ليزر الياقوت .

****

(١٠) 🗐 الشكل المقابل يوضح ليزر (الهيليوم – نيون)

(أ) ما قيمة الضغط داخل الأنبوبة ؟
(ب)ما الوسط المسئول عن انتاج الليزر فى ليزر(الهيليوم – نيون)
(ت)لماذا تكون مستويات الطاقة شبة المستقرة فى كل من الهيليوم والنيون قريبة جدًا فى قيمة الطاقة ؟
(ث) ما وظيفة المرآتين فى هذا الجهاز ؟
(ج) ما المقصود بمستوى الطاقة شبة المستقر ؟ وما الدور الذى يلعبه هذا المستوى فى عملية إنتاج الليزر ؟

مرآة عاكسة — أنبوبة تفريغ — مرآة شبه منفذة — شعاع الليزر — V_{DC}

****

(١١) 🕮 كيف

(أ) يتم توليد شعاع الليزر فى جهاز ليزر (الهيليوم – نيون)
(ب) تتم عملية التصوير ثلاثي الأبعاد باستخدام الليزر .

****

(١٢) 🕮 " يعتبر ليزر (الهيليوم – نيون) مثالاً لتحويل الطاقة الكهربية الى طاقة ضوئية وطاقة حرارية " وضح آلية هذا التحويل .

****

(١٣) ✍ أذكر اسم جهاز تُبنى فكرة عمله على الإسكان المعكوس ؟

****

(١٤) ✍ اذكر تطبيقًا واحدًا لأشعة الليزر .

****

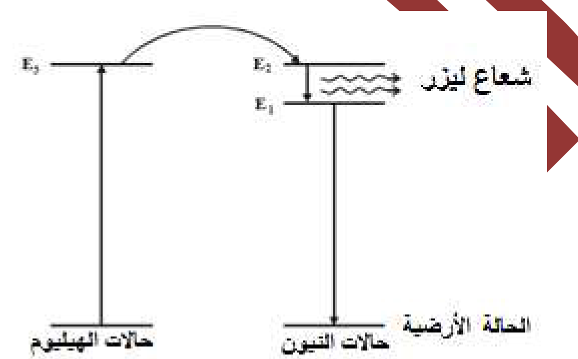
(١٥) ما الهولوجرام ؟ وما الأساس العلمى الذى بُنى عليه ؟

****

(١٦) [مصر ٢٠١٦] اكتب العلاقة الرياضية المستخدمة لحساب فرق طور الضوء للأشعة التى تترك الجسم عند تصويره .

****

(١٧) الشكل المقابل
يمثل رسمًا مبسطًا لمخطط الطاقة فى ليزر (الهيليوم – نيون)
أ) كيف تنتقل ذرات الهيليوم لمستوى الطاقة شبه المستقر ؟
ب) لماذا تنتقل الطاقة من ذرة هيليوم الى ذرة نيون ؟
ت) لماذا تتراكم ذرات النيون فى المستوى E_2 ؟



****

الفصل الثامن
الإلكترونيات الحديثة
الدرس الاول : بللورة شبه الموصل – الوصلة الثنائية

◈ ☜ تنقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربي إلى :

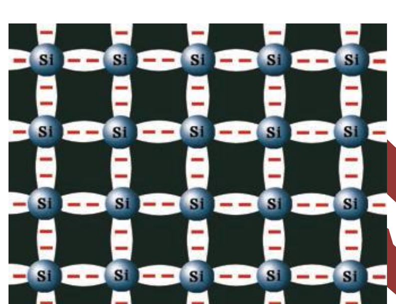
❶ الموصلات	المواد التى توصل الكهرباء والحرارة بسهولة مثل : المعادن
❷ العوازل	مواد لا توصل الكهرباء والحرارة بسهولة مثل : الخشب و البلاستيك .
❸ أشباه الموصلات	مواد توصيليتها الكهربية متوسطة بين الموصلات والعوازل ، وتتميز بأن التوصيلية الكهربية لها تزداد بارتفاع درجة الحرارة مثل : الجرمانيوم والسليكون

بللورة شبه الموصل النقى

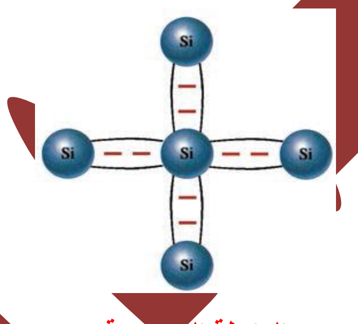
◈ تحتوى ذرة السيليكون (وأيضا الجرمانيوم) على 4 إلكترونات فى المدار الأخير لذلك ترتبط كل ذرة سيليكون داخل البللورة مع أربع ذرات مجاورة بروابط تساهمية ليكتمل المدار الأخير لها بـ 8 إلكترونات وتصل الى حالة الاستقرار .

البللورة

"هي ترتيب هندسي منتظم للذرات في الحالة الجامدة " .



بللورة السيليكون



الرابطة التساهمية



ذرة السيليكون

◈ وهنا يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع من الإلكترونات :

(أ) الكترونات المستويات الداخلية : ترتبط بشدة بالنواة .

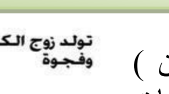
(ب) إلكترونات التكافؤ : تتحرك بحرية أكثر خلال المسافات البينية .

(جـ) الإلكترونات الحرة : تتحرك حركة عشوائية محدودة بحيز أكبر هو البللورة .

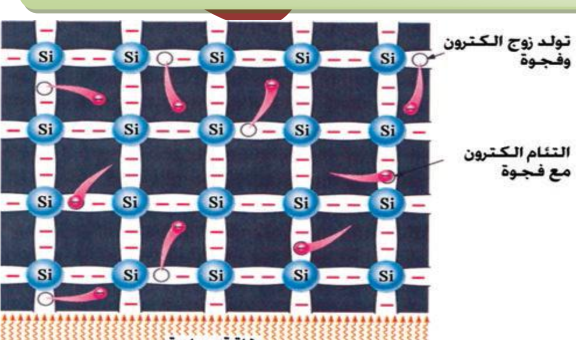
◈ ☜ يمكن استخدام الطاقة الحرارية أو الضوئية في كسر روابط البللورة ، وتكون الطاقة اللازمة لكسر الرابطة = الطاقة الناتجة عن التئام (إعادة تكوين) الرابطة .

طرق رفع كفاءة توصيل المادة شبه الموصلة

❶ رفع درجة الحرارة ❷ التطعيم (إضافة الشوائب)



أولا : رفع درجة الحرارة



❶ في درجات الحرارة المنخفضة (خاصة عند درجة صفر كلفن) تكون جميع الروابط بين ذرات البللورة سليمة ، ولا توجد إلكترونات حرة (البللورة عازلة)

❷ عند ارتفاع درجة الحرارة تنكسر بعض الروابط فتنطلق منها بعض الإلكترونات وتصبح إلكترونات حرة (البللورة موصلة) .

❸ كل إلكترون تحرر يترك مكانه فارغًا في الرابطة المكسورة فيما يعرف **بالفجوة** .

❹ لا يعتبر تحرر الإلكترون وتكون الفجوة تأين للذرة: لأنه سريعًا ما تقتنص الفجوة إلكترون من رابطة مجاورة أو من الإلكترونات الحرة فتعود الذرة متعادلة .
❺ تتحرك كل من الإلكترونات الحرة والفجوات حركة عشوائية داخل البللورة ويكون اتجاه حركة الفجوات عكس اتجاه حركة الإلكترونات
❻ بزيادة درجة الحرارة يزداد عدد الإلكترونات الحرة والفجوات (فتزداد التوصيلية الكهربية) حتى تصل البللورة إلى حالة الإتزان الديناميكي (الإتزان الحراري) التى عندها يكون عدد الروابط المكسورة في الثانية يساوي عدد الروابط المتكونة .

الفجوة

" تعبر عن مكان فارغ يتركه الإلكترون (شحنة موجبة) في رابطة مكسورة في بللورة شبه الموصل " .

الاتزان الديناميكى (الحرارى) لبللورة سيليكون نقى

" الحالة التى يكون عندها عدد الروابط المكسورة في الثانية يساوي عدد الروابط المتكونة في الثانية في بللورة شبه الموصل ليبقى عدد الإلكترونات الحرة و الفجوات الموجبة وثابتًا لكل درجة حرارة معينة . "

شبه الموصل النقى

" شبه موصل يكون فيه تركيز الإلكترونات الحرة (n) = تركيز الفجوات (P) عند أى درجة حرارة . "

مما سبق يمكن تلخيص خصائص بللورة شبه الموصل النقى كما يلى :

خصائص بللورة شبه الموصل (السيليكون النقى)

❶ المستوى الأخير لكل ذرة مكتمل بالإلكترونات عند الصفر المطلق .
❷ إلكترونات **المستويات الداخلية** مرتبطة بقوة جذب كبيرة مع النواة أما إلكترونات **التكافؤ** في القشرة الخارجية لها حرية أكبر للحركة خلال المسافات البينية داخل البللورة .
❸ عند درجات الحرارة المنخفضة (خاصةً عند صفر كلفن) تكون الروابط بين الذرات سليمة ولا توجد إلكترونات حرة داخل البللورة فتنعدم التوصيلية الكهربية .
❹ بارتفاع درجة الحرارة تنكسر بعض الروابط وتتحرر بعض **الإلكترونات** وعندما يترك أى إلكترون مكانه يتواجد في هذا المكان **فجوة** ولا يُعتبر ذلك تأين للذرة حيث تقتنص الذرة الكترونًا وتعود الى التعادل .
❺ بزيادة ارتفاع درجة الحرارة يزداد عدد الإلكترونات الحرة وعدد الفجوات فتزداد التوصيلية الكهربية .
❻ تتحرك الإلكترونات حركة عشوائية داخل البللورة وتملأ الفجوات التى تنشأ عن كسر الروابط .
❼ الطاقة اللازمة لكسر أى رابطة = الطاقة الناتجة عن التئام (تكوين) الرابطة سواء كانت هذه الطاقة حرارية أو ضوئية .

	الموصلات (المعادن)	أشباه الموصلات
بنية البللورة	تتكون من أيونات موجبة وسحابة من الإلكترونات الحرة التى تتحرك عشوائيًا في الموصل ، وتوجد قوة تجاذب بين الأيونات والإلكترونات	تتكون من ذرات تربطها روابط تساهمية
حاملات الشحنة	الإلكترونات	الإلكترونات والفجوات
أثر الحرارة على حاملات الشحنة	لا يتغير عدد الإلكترونات بتغير درجة الحرارة	يزداد عدد الإلكترونات الحرة وعدد الفجوات بزيادة درجة الحرارة حتى تصل البللورة الى حالة الاتزان الديناميكى الحرارى

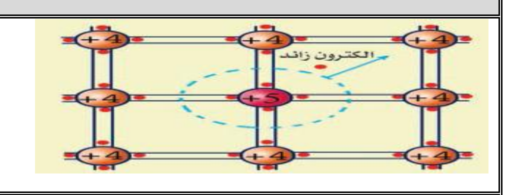
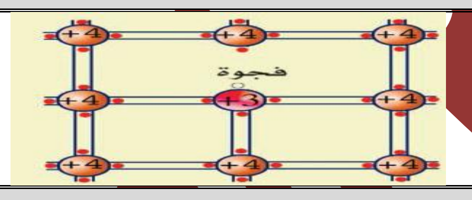
م	ماذا يحدث عند	الاجابة
١	**زيادة حرارة بللورة السليكون**	كمية الطاقة المكتسبة أكبر من كمية الطاقة المفقودة وبالتالى فان معدل كسر الروابط اكبر من معدل التئام الروابط وبالتالى يزداد تركيز الإلكترونات والفجوات
٢	**تبريد البللورة**	كمية الطاقة المفقودة أكبر من كمية الطاقة المكتسبة وبالتالى فان معدل كسر الروابط اقل من معدل التئام الروابط وبالتالى يتناقص تركيز الإلكترونات والفجوات .
٣	**ثبات درجة حرارة البللورة**	يحدث نوع من الاتزان الديناميكى يسمى اتزان حرارى وفيه يكون معدل اكتساب الطاقة مساو لمعدل فقد الطاقة ويكون معدل كسر الروابط مساو لمعدل التئام الروابط فيظل تركيز الإلكترونات والفجوات ثابت

ثانيا : التطعيم (إضافة شوائب)

التطعيم

" إضافة ذرات من عنصر خماسي التكافؤ أو ثلاثى التكافؤ الى بللورة نقية لعنصر رباعي بهدف زيادة تركيز الإلكترونات الحرة أو تركيز الفجوات بها . "

يمكن الحصول على نوعين من أشباه الموصلات غير النقية بإضافة :

شوائب معطية	شوائب مستقبلة
نوع الذرة الشائبة	
ذرات من عنصر خماسى التكافؤ (تحتوى على 5 إلكترونات فى المستوى الأخير) مثل الفوسفور (P) أو الأنتيمون (Sb) وهى تنتمى لعناصر المجموعة الخامسة .	ذرات من عنصر ثلاثى التكافؤ (تحتوى على 3 إلكترونات فى المستوى الأخير) مثل الألومنيوم (Al) أو البورون (B) وهى تنتمى لعناصر المجموعة الثالثة .
عمل الذرة الشائبة	
تشترك ذرة الشائبة بـ 4 إلكترونات فى تكوين الروابط مع ذرات السيليكون ، ويبقى إلكترون واحد يكون ضعيف الارتباط بالنواة فسرعان ما تفقده ويصبح إلكترون حر وتتحول ذرة الشائب الى أيون موجب وتسمى الذرة الشائبة فى هذه الحالة **ذرة معطية** .	تشترك ذرة الشائبة بـ 3 إلكترونات فى تكوين الروابط ولكى تصل لحالة الاستقرار (التركيب الثمانى) تكتسب إلكترون من إحدى روابط السيليكون فتظهر فجوة فى رابطة السيليكون وتتحول ذرة الشائب الى أيون سالب ، وتسمى الذرة الشائبة فى هذه الحالة **ذرة مستقبلة** .
شكل البللورة المطعمة	
	
نوع حاملات الشحنة السائدة	
الإلكترونات الحرة .	الفجوات .
ذرات الشائبة بعد التطعيم	
تصبح أيونات موجبة تركيزها N_D^+	تصبح أيونات سالبة تركيزها N_A^-
في حالة الاتزان الحرارى	
مجموع الشحنة الموجبة = مجموع الشحنة السالبة $n = P + N_D^+$	مجموع الشحنة السالبة = مجموع الشحنة الموجبة $P = n + N_A^-$
(حيث n تركيز الإلكترونات الحرة ، P تركيز الفجوات ، N_D^+ تركيز أيونات الشائبة المعطية ، N_A^- تركيز أيونات الشائبة المستقبلة)	
العلاقة بين تركيزى P , n	
n > P	P > n
نوع شبه الموصل	
شبه موصل من النوع السالب (n- type) " شبه موصل مُطعم بشوائب من عنصر خماسى التكافؤ ، ويكون فيه تركيز الإلكترونات الحرة (n) أكبر من تركيز الفجوات (P) " .	**شبه موصل من النوع الموجب** (P- type) " شبه موصل مُطعم بشوائب من عنصر ثلاثى التكافؤ ، ويكون فيه تركيز الفجوات (P) أكبر من تركيز الإلكترونات الحرة (n) " .

ملحوظة

عند تطعيم بللورة شبه موصل بشوائب ثلاثية أو خماسية التكافؤ فإن دائمًا (عدد الشحنات السالبة = عدد الشحنات الموجبة) ، حيث أن جميع الذرات سواء ذرات شبه الموصل أو ذرات الشوائب متعادلة وبالتالى تظل البللورة المطعمة متعادلة كهربيًا .

م	علل لما يلى	الاجابة
١	عند ارتفاع درجة حرارة شبه الموصل تزداد توصيليته الكهربية	لأن ارتفاع درجة الحرارة يسبب كسر بعض الروابط وانطلاق الإلكترونات التي تعمل على زيادة التوصيلية لشبه الموصل .
٢	لا تسمى ذرة شبه الموصل التي كسرت إحدى روابطها أيونا	لأن الفجوة الناتجة مكان الإلكترون المنطلق تقتنص بسرعة إلكترون آخر من إحدى الروابط أو من الإلكترونات الحرة فتعود الذرة متعادلة وتنتقل الفجوة الى رابطة أخرى .
٣	بللورة السيليكون النقي عازلة تمامًا في درجة صفر كلفن	لأنه عند درجات الحرارة المنخفضة جدًا تكون الروابط بين الذرات في البللورة سليمة ولا توجد في هذه الحالة إلكترونات حرة .
٤	بللورة شبه الموصل النقية لا توصل التيار الكهربي في درجات الحرارة المنخفضة جدًا	لأنه عند درجات الحرارة المنخفضة جدًا تكون الروابط بين الذرات في البللورة سليمة ولا توجد في هذه الحالة إلكترونات حرة .
٥	عند الإتزان الحراري لا تحدث زيادة في عدد الإلكترونات الحرة أو الفجوات .	لأن عدد الروابط المكسورة في الثانية يتساوى مع عدد الروابط التي يتم تكوينها (إلتئامها) في الثانية فيصبح عدد الإلكترونات والفجوات الموجبة ثابت لكل درجة حرارة
٦	لا يفضل تسخين شبه الموصلة النقي لزيادة توصيليته للتيار الكهربي	لأن زيادة درجة الحرارة بمقدار كبير يؤدى الى تفكك الشبكة البللورية وكسر الروابط وبالتالي تتحطم البللورة .
٧	شبه الموصل غير النقى يوصل التيار بدرجة أكبر من شبه الموصل النقى في نفس درجة الحرارة .	لأن شبه الموصل غير النقى به شوائب تعمل على توفير إلكترونات حرة أو فجوات تودى الى زيادة التوصيلية الكهربية
٨	يعتبر السيليكون من أشباه الموصلات النقية	لأنه توجد 4 إلكترونات في المستوى الخارجي (إلكترونات التكافؤ) والشبكة البللورية لبللورة السيليكون تشارك كل ذرة مع 4 ذرات محيطة بها وتتكسر بعض الروابط وتتحرر الكترونات يزداد عددها بارتفاع درجة الحرارة فتوصل التيار وتكون عازلة تمامًا في 0°K
٩	يزداد التوصيل الكهربي لبللورة السيليكون عند تطعيمها بذرات من الفوسفور أو الأنتيمون	لأن ذرة الفوسفور أو الأنتيمون (خماسية التكافؤ) عندما ترتبط بالذرات المجاورة لها من السيليكون تشارك بأربعة إلكترونات ويتبقى إلكترون حر ينضم الى رصيد الإلكترونات الحرة الناتجة .
١٠	بللورة شبه الموصل من النوع الموجب p-type أومن النوع السالب n-type متعادلة كهربيًا	لأن في البللورة (P) يكون مجموع الشحنات الموجبة للفجوات (p) = مجموع الشحنات السالبة للإلكترونات (n) + مجموع الشحنات السالبة للأيونات المستقبلة (N_A^-) وفي البللورة (n) يكون مجموع الشحنات السالبة للإلكترونات (n) = مجموع الشحنات الموجبة للفجوات (p) + مجموع الشحنات الموجبة للأيونات المعطية (N_D^+)

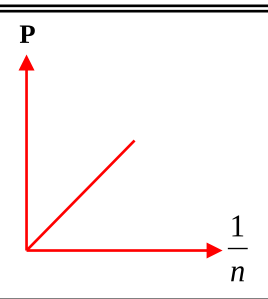
قانون فعل الكتلة (لأشباه الموصلات)

إذا كان n_i هو تركيز الإلكترونات أو الفجوات في بللورة السيليكون النقي ، فإن

$$n \cdot p = n_i^2$$

قانون فعل الكتلة

" حاصل ضرب (تركيز الإلكترونات الحرة في البللورة المطعمة n) × (تركيز الفجوات الموجبة في البللورة المطعمة P) يساوي مقدار ثابت لكل درجة حرارة لا يتوقف على نوع الشائبة (مربع تركيز الإلكترونات أو الفجوات في بللورة شبه الموصل النقي) "



◈ من قانون فعل الكتلة يتضح أن تركيز الإلكترونات الحرة (n) يتناسب عكسيًا مع تركيز الفجوات (p) ويمكن تمثيل ذلك بيانيًا كما بالشكل المقابل :

◈ **ملاحظات لحل المسائل**

❶ **إذا كانت الشائبة المضافة شائبة معطية** n - type	❷ **إذا كانت الشائبة المضافة شائبة مستقبلة** p – type
☜ تركيز الإلكترونات: $\because n = P + N_D^+$ ، $\because p << N_D^+$ ، $\therefore n = N_D^+$ ، $\because n \cdot p = n_i^2$	☜ تركيز الفجوات: $\because p = n + N_A^-$ ، $\because n << N_A^-$ ، $\therefore p = N_A^-$ ، $\because n \cdot p = n_i^2$
☜ تركيز الفجوات الموجبة: $P = \frac{n_i^2}{N_D^+}$	☜ تركيز الإلكترونات الحرة: $n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$

❸ في البللورة النقية (السيليكون النقي) يكون : عدد الإلكترونات n = عدد الفجوات P

❹ قانون فعل الكتلة ينطبق على البللورة النقية وغير النقية

❺ وحدة قياس n,p هى cm^{-3}

أمثلة محلولة

(١) إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في بللورة سيليكون نقية $10^{12} cm^{-3}$ أضيف إليها أنتيمون بتركيز 10^{14} cm^{-3} احسب : ❶ تركيز الإلكترونات ❷تركيز الفجوات ❸تركيز الألومنيوم اللازم إضافته إلى السيليكون حتى يعود نقيًا مرة أخرى

الحل

1) $n = N_D^+ = 10^{14}\ cm^{-3}$

2) $P = \frac{n_i^2}{N_D^+} = \frac{(10^{12})^2}{10^{14}} = 10^{10}\ cm^{-3}$

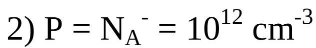
٣) يضاف ألومنيوم بنفس تركيز الأنتيمون ليعود السيليكون نقيًا مرة أخرى $N_A^- = N_D^+ = 10^{14}\ cm^{-3}$

****

(٢) بللورة سيليكون نقية تركيز الإلكترونات أو الفجوات بها $10^{10} cm^{-3}$ أضيف إليه ألومنيوم بتركيز $10^{12} cm^{-3}$
❶ احسب تركيز الإلكترونات و الفجوات في هذه الحالة ؟ ❷ هل السيليكون بعد التطعيم n-type أم p-type ؟
❸ احسب تركيز الأنتيمون اللازم إضافته الى السيليكون حتى تعود البللورة الى حالتها الأولى مرة أخرى؟

الحل

1) $n = \frac{n_i^2}{N_A^-} = \frac{(10^{10})^2}{10^{12}} = 10^8\ cm^{-3}$



2) $P = N_A^- = 10^{12}\ cm^{-3}$

٢) البللورة p – type لآن الشائبة المضافة Al وهو ثلاثى التكافؤ .

٣) يضاف أنتيمون بنفس تركيز الألومنيوم لتعود البللورة الى حالتها الأولى مرة أخرى

$N_D^+ = 10^{12}\ cm^{-3}$

****

المكونات والنبائط الإلكترونية

التعريف	هى وحدات بناء الأنظمة الإلكترونية .
أنواعها	❶ **مكونات بسيطة :** مثل المقاومة (R) ، ملفات الحث (L) ، المكثف الكهربى (C) . ❷ **مكونات أكثر تعقيدًا :** مثل الوصلة الثنائية (الدايود) و الترانزستور . ❸ **مكونات متخصصة :** مثل نبائط التحكم في التيار ، و النبائط الكهروضوئية
مميزاتها	❶ تصنع أغلبها من أشباه الموصلات . ❷ تتميز بحساسيتها للعوامل المحيطة بها مثل الضوء و الحرارة و الضغط والتلوث الذري والتلوث الكيميائي ❸ تستخدم النبائط كمجسات sensors [أى كوسائل قياس للعوامل السابقة]

الوصلة الثنائية (الدايود)

◈ **التركيب** ☜ تتركب من بلورتان متلامستان إحداهما n – type والأخرى p – type كما بالشكل

اتجاه التيار الإصطلاحي

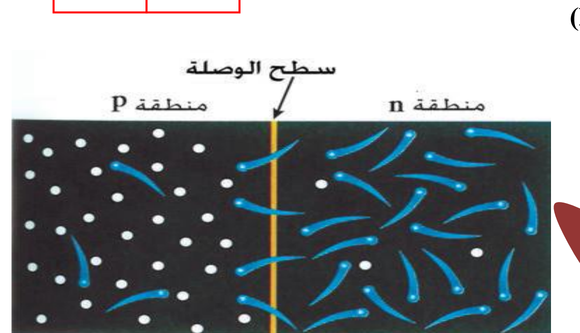
p	n

◈ **الرمز في الدوائر الكهربية** ☜

+ –
آنود(P) كاثود(n)

◈ **شرح العمل** ☜ :

❶ فى البللورة من النوع P يكون تركيز الفجوات p أكبر بكثير من تركيز الإلكترونات n ، أما فى البللورة من النوع n يكون تركيز الإلكترونات n أكبر بكثير من تركيز الفجوات p .



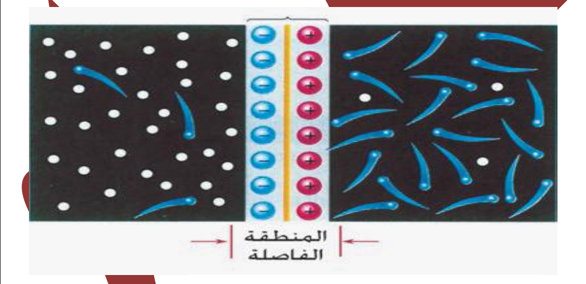
❷ عند تلامس البللورتين يحدث انتشار لكل من الفجوات p والإلكترونات الحرة n من المنطقة الأعلى في التركيز الى المنطقة الأقل في التركيز ، حيث تنتشر الفجوات من منطقة بللورة النوع P إلى منطقة بللورة النوع n كما تنتشر الإلكترونات من منطقة بللورة النوع n الى منطقة بللورة النوع P وينتج عن ذلك ما يسمى تيار يسمى **تيار الإنتشار** .

تيار الانتشار

التيار الناتج عن انتشار الفجوات من المنطقة P الى المنطقة n وانتشار الإلكترونات من المنطقة n الى المنطقة P عند تلامس البللورتين.

❸ لا تتمكن الفجوات التى تنتشر من المنطقة P من تغطية كل الإلكترونات الموجودة فى منطقة n ، كما لا تتمكن الإلكترونات التى تنتشر من المنطقة n من تغطية كل الفجوات الموجودة فى منطقة P .

❹ يتولد على جانبى موضع التلامس للبلورتين منطقتين خاليتين من الفجوات (جهة P) والإلكترونات (جهة n) ويتواجد بهما أيونات موجبة جهة n وأيونات سالبة جهة P وتسمى المنطقتين على جانبى موضع التلامس بالمنطقة الخالية من حاملات الشحنة **(المنطقة القاحلة)**



المنطقة القاحلة (الفاصلة)

" منطقة خالية من حاملات الشحنة توجد على جانبى موضع تلامس البللورة (n) والبللورة (P) فى الوصلة الثنائية ".

❺ عندما تفقد البللورة من النوع السالب (n) بعض إلكتروناتها فإنها تكتسب جهدًا موجبًا ، كما تكتسب البللورة من النوع الموجب (P) جهدًا سالبًا بسبب انتقال الإلكترونات إليها ، ويتولد مجال كهربى يكون اتجاهه من البللورة n (الجهد الموجب) الى البللورة P (الجهد السالب) يتسبب فى تولد تيار يسمى **تيار الانسياب** ويكون عكس اتجاه تيار الانتشار .

تيار الانسياب

التيار الناتج عن المجال الكهربى الداخلى بين الايونات الموجبة جهة n والأيونات السالبة جهة P على جانبى موضع التلامس وهو ضد تيار الانتشار .

❻ باستمرار انتقال الإلكترونات والفجوات من التركيز الأعلى الى التركيز الأقل يزداد فرق الجهد بين البللورتين حتى يصل لقيمة تمنع انتقال مزيد من الإلكترونات من n الى P ويصبح تيار الانتشار = تيار الانسياب ، ويطلق على فرق الجهد فى هذه الحالة **الجهد الحاجز للوصلة الثنائية .**

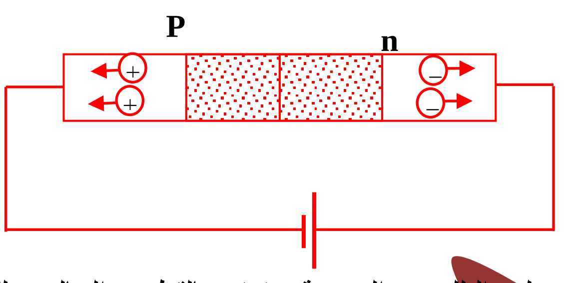
الجهد الحاجز للوصلة الثنائية

" هو أقل فرق جهد داخلى على جانبي موضع تلامس n , P يكفي لمنع انتشار مزيد من الفجوات و الإلكترونات الحرة الى المنطقة الأقل تركيز لهما . "

◈ ☜ **س ما معنى أن الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية = 0.1 فولت**

جـ: أى ان أقل فرق جهد داخلى على جانبي موضع تلامس n , P يكفي لمنع انتشار مزيد من الفجوات و الإلكترونات الحرة الى المنطقة الأقل تركيز لهما = 0.1 فولت .

طرق توصيل الوصلة الثنائية في الدوائر الكهربية

التوصيل الأمامي للوصلة الثنائية	التوصيل العكسي (الخلفي) للوصلة الثنائية
طريقة التوصيل	
P n	 P n
توصل البللورة الموجبة (P) بالقطب الموجب للبطارية والبللورة السالبة (n) بالقطب السالب للبطارية .	توصل البللورة الموجبة (P) بالقطب السالب للبطارية والبللورة السالبة (n) بالقطب الموجب للبطارية .
أثر فرق الجهد الخارجي على الوصلة	
يكون اتجاه المجال الخارجى (الناشئ عن البطارية) عكس اتجاه المجال الداخلى فى المنطقة الفاصلة فيضعفه .	يكون اتجاه المجال الخارجى (الناشئ عن البطارية) فى نفس اتجاه المجال الداخلى فى المنطقة الفاصلة فيقويه .
جهد الوصلة الثنائية	
يقل جهد الوصلة الثنائية عن الجهد الحاجز .	يزداد جهد الوصلة الثنائية عن الجهد الحاجز .
سُمك المنطقة الفاصلة	
يقل سُمك المنطقة الفاصلة (حيث تتنافر الفجوات والإلكترونات مع قطبى البطارية وتقترب من السطح الفاصل)	يزداد سُمك المنطقة الفاصلة (حيث تتجاذب الفجوات والإلكترونات مع قطبى البطارية وتبتعد عن السطح الفاصل)
مقاومة الوصلة (R)	
صغيرة	كبيرة
شدة التيار (I)	
يمر تيار كهربى ذو شدة كبيرة فى الوصلة ، يمكن تعيين قيمته من قانون أوم $I = \frac{V}{R}$	تكون شدة التيار الكهربى ضعيفة جدًا تكاد منعدمة $I = 0$

استخدام الوصلة الثنائية

❶ **تستخدم كمفتاح**

عند توصيل الوصلة الثنائية توصيلًا أماميًا تسمح بمرور التيار الكهربى في الدائرة أى تعمل كمفتاح مغلق ، بينما عند توصيلها عكسيًا تمنع مرور التيار أى تعمل كمفتاح مفتوح .



❷ تقويم التيار المتردد

- يقصد به تحويل التيار المتردد AC (متغير الشدة والاتجاه) الى تيار موحد الاتجاه فقد ، وهو ما يستخدم فى شحن بطارية السيارة وشاحن التليفون المحمول
- يمكن تقويم التيار المتردد AC الى تيار مستمر DC باستخدام عدة وصلات ثنائية .

I (mA)
V (V)
فرق جهد أمامي (مفتاح مغلق)
فرق جهد عكسي (مفتاح مفتوح)



ملحوظة

يمكن استخدام الأوميتر :

❶ للتأكد من سلامة الوصلة الثنائية

حيث تكون مقاومتها صغيرة جدًا في اتجاه وكبيرة جدًا في الاتجاه العكسى إذا كانت سليمة .

❷ للتمييز بين الوصلة الثنائية والمقاومة الأومية

- **في حالة الوصلة الثنائية :** قراءة الأوميتر كبيرة جدًا في الاتجاه وصغيرة جدًا في الاتجاه العكسى .
- **في حالة المقاومة الأومية :** قراءة الأوميتر لا تتغير إذا انعكس اتجاه التيار .

	الوصلة الثنائية	المقاومة العادية
التكوين	بللورتين P , n متلامستين	ملف من سلك لمادة ذات مقاومة نوعية مناسبة مثل التنجستين أو النيكروم .
قيمة المقاومة	مقاومتها كبيرة جدًا في التوصيل الخلفي وصغيرة جدا في التوصيل الأمامي	ثابتة لا تتغير
حاملات الشحنة	الإلكترونات الحرة و الفجوات	الإلكترونات الحرة فقط
شدة التيار المار	يمر التيار في اتجاه واحد ولا يمر في الاتجاه العكسي	يمر التيار خلالها في الاتجاهين
أثر الحرارة	ارتفاع درجة الحرارة يسبب نقص المقاومة الكهربية وزيادة التوصيلية الكهربية	ارتفاع درجة الحرارة يسبب زيادة المقاومة الكهربية ونقص التوصيلية الكهربية

م	علل لما يلى	الاجابة
١	تستخدم أشباه الموصلات كمحسات لعوامل البيئة المحيطة بـها	لأن أشباه الموصلات لها حساسية عالية للعوامل المحيطة بها مثل الضوء والحرارة والضغط ونسبة الرطوبة والتلوث بالإشعاع الذرى أو الكيميائي
٢	يمر تيار كهربى في الوصلة الثنائية في حالة التوصيل الأمامي .	لأن المجال الكهربى الناشئ عن البطارية يكون اتجاهه ضد اتجاه المجال الكهربى الداخلى على جانبى موضع التلامس وأكبر منه فيضعفه ويقل سُمك المنطقة الفاصلة ويقل الجهد الحاجز وبذلك
٣	لا تسمح الوصلة الثنائية بمرور تيار كهربى خلالها في حالة التوصيل العكسى .	لأن المجال الكهربى الناشئ عن البطارية يكون اتجاهه في نفس اتجاه المجال الكهربى الداخلى فيزداد سُمك المنطقة الفاصلة ويزداد الجهد الحاجز وينتج عن ذلك زيادة كبيرة في مقاومة الوصلة تمنع مرور التيار الكهربى .
٤	تختلف الوصلة الثنائية عن المقاومة الكهربية العادية .	لأن في المقاومة العادية لا تتغير مقاومتها إذا انعكس اتجاه التيار المار بها ، بينما في الوصلة الثنائية تكون مقاومتها عالية عند مرور التيار في اتجاه معين (توصيل خلفى) وصغيرة جدًا عند مروره في الاتجاه الآخر (توصيل أمامى)
٥	يستخدم الأوميتر للتأكد من سلامة الوصلة الثنائية .	لأن مقاومة الوصلة الثنائية السليمة تكون صغيرة جدًا في حالة توصيلها أماميًا وكبيرة جدًا في حالة توصيلها عكسيًا .
٦	تستخدم الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد تقويمًا نصف موجيًا .	لأن الوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار فى نصف موجة الجهد المتردد (في حالة توصيل أمامي) ولا تسمح بمروره في النصف الآخر (في حالة توصيل عكسى) وبذلك يكون الجهد الناتج موحد الاتجاه .

أسئلة وتدريبات على الفصل الثامن

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) مواد توصل الكهرباء والحرارة بسهولة مثل المعادن .
(٢) مواد لا توصل الكهرباء والحرارة مثل البلاستيك والخشب .
(٣) مواد توصيليتها الكهربية متوسطة بين المواصلات والعوازل وتتميز بأن التوصيلية الكهربية لها تزداد بارتفاع درجة الحرارة .
(٤) ترتيب هندسى منتظم للذرات فى الحالة الجامدة .
(٥) مكان فارغ يتركه إلكترون (شحنة موجبة) فى رابطة مكسورة فى بللورة شبة موصل .
(٦) الحالة التى يكون عندها عدد الروابط المكسورة فى الثانية يساوى عدد الروابط المتكونة فى الثانية فى بللورة شبه الموصل ليبقى عدد الإلكترونات الحرة وعدد الفجوات ثابتًا لكل درجة حرارة معينة .
(٧) شبه موصل يكون فيه تركيز الإلكترونات الحرة (n) = تركيز الفجوات (p) عند أى درجة حرارة .
(٨) إضافة ذرات من عنصر خماسى التكافؤ أو ثلاثى التكافؤ الى بللورة نقية لعنصر رباعى بهدف زيادة تركيز الإلكترونات الحرة أو تركيز الفجوات بها .
(٩) ذرة شائبة عند وجودها فى بللورة عنصر رباعى تعمل على توفير إلكترون حر .
(١٠) بللورة شبة موصل مُطعمة بشوائب من عنصر خماسى التكافؤ ، ويكون فيها تركيز الإلكترونات الحرة (n) أكبر من تركيز الفجوات (p) .
(١١) بللورة شبه موصل مُطعمة بشوائب من عنصر ثلاثى التكافؤ ، ويكون فيها تركيز الفجوات (p) أكبر من تركيز الإلكترونات الحرة (n) .
(١٢) حاصل ضرب تركيز الفجوات × تركيز الإلكترونات الحرة = مقدار ثابت لا يتوقف على نوع الشائبة ويساوى مربع تركيز الإلكترونات أو الفجوات فى بللورة شبه الموصل النقى عند ثبوت درجة الحرارة .
(١٣) وحدات البناء التى تبنى عليها كل الأنظمة الإلكترونية .
(١٤) التيار الناتج عن انتشار الفجوات من المنطقة p الى المنطقة n وانتشار الإلكترونات من المنطقة n الى المنطقة p .
(١٥) منطقة خالية من حاملات الشحنة توجد على جانبى موضع تلامس البللورة (n) والبللورة (p) فى الوصلة الثنائية .
(١٦) التيار الناتج عن المجال الكهربى الداخلى بين الأيونات الموجبة جهة n والأيونات السالبة جهة p على جانبى موضع التلامس وهو ضد تيار الانتشار .
(١٧) أقل فرق جهد داخلى على جانبى الوصلة الثنائية يكفى لمنع انتشار مزيد من الإلكترونات الحرة والفجوات الى المنطقة الأقل تركيز لهما .

****

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١) فى أشباه الموصلات النقية عدد الإلكترونات الحرة ....عدد الفجوات . (يساوى – أكبر من – أقل من)
(٢) إذا تم رفع درجة حرارة أشباه الموصلات النقية فإن التوصيلية الكهربية لها ....
(تنقص لنقص الإلكترونات الحرة - تنقص الإلكترونات الحرة- تزداد لزيادة الإلكترونات الحرة-تزداد لنقص الإلكترونات الحرة)
(٣) بللورة السيليكون أو الجرمانيوم النقية تصبح عازلة تمامًا عند .... ($273\ K$, $273\ ^oC$, 0^oC , $-273\ ^oC$)
(٤) التوصيلية الكهربية لشبه الموصل عند درجة صفر كلفن .... (تنعدم – تقل – تزداد – لا تتغير)
(٥) العنصر الذى لا يعطى شبه موصل من النوع الموجب عندما تطعم به بللورة السيليكون هو ....
(Al^{3+} , Ni^{2+} , Sb^{5+} , B^{3+})
(٦) حاملات الشحنة السائدة فى البللورة الموجبة(p-type) هى... (الإلكترونات – الفجوات – الإلكترونات و الفجوات)
(٧) يعتبر ملف الحث من النبائط .... (البسيطة – المعقدة – المتخصصة)
(٨) للحصول على بللورة شبه موصل من النوع p يجب إضافة ذرات من ....
(الأنتيمون – الزرنيخ – البورون – الفوسفور)
(٩) عند توصيل الوصلة الثنائية أماميًا يكون التيار .... (صفر – ضعيف جدًا – عالى)
(١٠) عند إضافة ذرات الأنتيمون الى بللورة السيليكون النقى تعمل على ....
(زيادة تركيز الإلكترونات الحرة – نقص تركيز الإلكترونات الحرة – زيادة تركيز الفجوات – نقص تركيز الفجوات)
(١١) الذرة المستقبلة هى ذرة شائب عند وجودها فى بللورة عنصر رباعى تعمل على توفير ....
(إلكترون حر – فجوة – إلكترون و فجوة)

mohamed_ahmed9981@yahoo
01094701202

(١٢) تستخدم .... كمحسات يمكن عن طريقها قياس شدة الضوء أو درجة الحرارة أو الضغط وغيرها .
(الموصلات – أشباه الموصلات – العوازل)

(١٣) التوصيلية الكهربية لبللورة شبه الموصل غير النقية تتوقف على ....
(نوع شبه الموصل – تركيز الشوائب فيها – مساحة البللورة)

(١٤) عندما تلتحم بللورة من النوع (n – type) مع بللورة من النوع (p – type) لتكوين وصلة ثنائية فإن .
- الجزء (n – type) يكتسب جهداً موجبًا والجزء (p – type) يكتسب جهدا موجبًا أيضا .
- الجزء (n – type) يكتسب جهداً سالبًا والجزء (p – type) يكتسب جهدا سالبًا أيضا .
- الجزء (n – type) يكتسب جهداً سالبًا والجزء (p – type) يكتسب جهدا موجبًا .
- الجزء (n – type) يكتسب جهداً موجبًا والجزء (p – type) يكتسب جهدا سالبًا .

(١٥) عند توصيل الوصلة الثنائية عكسيًا ....
– يزداد الجهد الحاجز وتزداد المقاومة – يقل الجهد الحاجز وتقل المقاومة
– يزداد الجهد الحاجز وتقل المقاومة – لا يتغير الجهد الحاجز أو المقاومة

(١٦) عند رفع درجة حرارة ملف من النحاس و بللورة من السليكون تدريجيًا ، فإن التوصيلية الكهربية .....
(تزداد للنحاس وتقل للسليكون – تقل للنحاس وتزداد للسليكون – تزداد لكلا منهما – تقل لكلا منهما)

(١٧) **من الدائرة المقابلة**

الشكل .... يوضح شدة التيار المار فى المقاومة R

R

I (A)   t (s)
I (A)   t (s)
I (A)   t (s)
I (A)   t (s)

س ٣ : ما المقصود بكلا مما يأتى :

(١) أشباه الموصلات .
(٢) الفجوة
(٣) الاتزان الديناميكى (الحرارى لبللورة سيليكون نقى)
(٤) أشباه الموصلات النقية
(٥) التطعيم لبلورة شبه موصل
(٦) الذرة الشائبة
(٧) الذرة المعطية
(٨) الذرة المستقبلة
(٩) شبه موصل من النوع السالب
(١٠) شبه موصل من النوع الموجب
(١١) قانون فعل الكتلة
(١٢) النبائط الالكترونية
(١٣) الوصلة الثنائية (الدايود)
(١٤) تيار الانتشار فى الوصلة الثنائية
(١٥) المنطقة القاحلة فى الوصلة الثنائية
(١٦) تيار الانسياب فى الوصلة الثنائية
(١٧) الجهد الحاجز لوصلة ثنائية
(١٨) التوصيل الأمامى فى الوصلة الثنائية
(١٩) التوصيل الخلفى فى الوصلة الثنائية

س ٤ : ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى :

(١) كسر إحدى الروابط التساهمية لذرة شبه موصل .
(٢) زيادة عدد الروابط المكسورة بالطاقة الحرارية لبللورة شبه موصل .
• تسخين بللورة من السليكون بالنسبة لتركيز حاملات الشحنة .
(٣) تطعيم بللورة سيليكون نقية بأحد عناصر المجموعة الخامسة .
(٤) تطعيم بللورة سيليكون نقية ببعض ذرات بورون .
(٥) عكس أقطاب البطارية فى الشكل المقابل (بالنسبة لإضاءة المصباح)

6 V

(٦) انتقال الفجوات الى المنطقة n وانتقال الإلكترونات الحرة الى المنطقة p فى وصلة ثنائية .
(٧) توصيل الوصلة الثنائية فى دائرة كهربية توصيلاً أماميًا .
(٨) توصيل الوصلة الثنائية فى دائرة كهربية توصيلاً عكسيًا .
(٩) توصيل الوصلة الثنائية بتيار متردد .

س ٥ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) بللورة من نوع p و بللورة من نوع n من أشباه الموصلات
(من حيث : تركيز حاملات الشحنة – نوع الذرة الشائبة – حاملات الشحنة السائدة)
• نوعا أشباه الموصلات غير النقية (من حيث : نوع الشائبة)
(٢) الالكترون المقيد والالكترون الحر
(٣) الشوائب المعطية والشوائب المستقلة .
(٤) تيار الانتشار وتيار الانسياب فى الوصلة الثنائية .
(٥) الوصلة الثنائية والمقاومة الكهربية العادية .(من حيث : التكوين – حاملات الشحنة – شدة التيار المار – أثر الحرارة)
(٦) التوصيل الأمامى والتوصيل الخلفى للوصلة الثنائية (p – n) .

س ٦ : أذكر استخداماً واحداً لكل مما يأتى :

(١) أشباه الموصلات غير النقية .   (٢) الوصلة الثنائية .
• النبائط الإلكترونية المتخصصة .

****

س ٧ : أسئلة متنوعة :

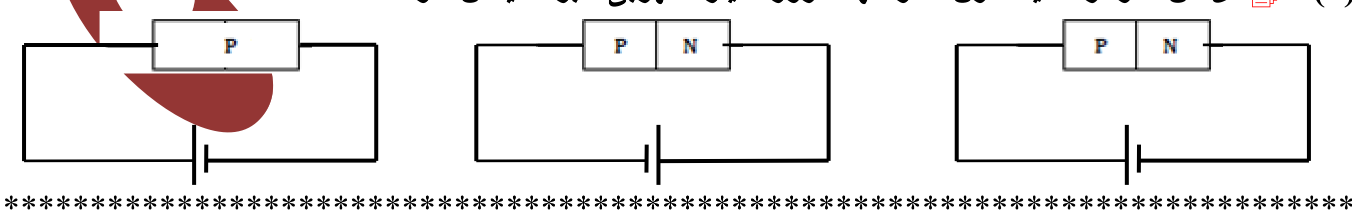
(١) اذكر الفكرة العلمية التى تعتمد عليها أشباه الموصلات غير النقية .
(٢) اذكر الطرق الممكنة لرفع كفاءة توصيل المادة شبه الموصلة ، مع ذكر الخصائص التى تكتسبها المادة فى كل طريقة .
(٣) اذكر عاملاً واحداً يمكن عن طريقه :
(ا) تقليل التوصيلية الكهربية لبللورة السيليكون النقية .
(ب) رفع التوصيلية الكهربية لأشباه الموصلات فى نفس درجة الحرارة .

****

(٤) لماذا تعتبر بللورة السيليكون النقى رديئة التوصيل للكهربية فى درجات الحرارة المنخفضة ؟ وضح مع الرسم كيف تحول هذه البللورة الى شبه موصل من النوع السالب .
(٥) ناقش مفهوم الاتزان الديناميكى الحرارى لبللورة مادة شبه موصلة .
(٦) متى يحدث الاتزان الحرارى فى كل مما يأتى (مع كتابة العلاقة الرياضية) :
(ا) بللورة (n – type)   (ب) بللورة (p – type)
(٧) اذكر العلاقة الرياضية لقانون فعل الكتلة فى أشباه الموصلات ، وما الصورة التى يصبح عليها فى كل من الحالات الآتية
(ا) بللورة (n – type)   (ب) بللورة (p – type)

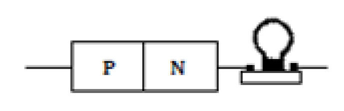
****

(٨) أى من الدوائر الأتية تكون مقاومتها لمرور التيار الكهربى أكبر ما يمكن ؟ ولماذا ؟



****

(٩) الشكل المقابل
يوضح وصلة ثنائية متصلة على التوالى بمصباح صغير يعمل على فرق جهد مستمر .
(ا) أكمل رسم الدائرة الكهربية لكى يضئ المصباح .
(ب) فسر سبب إضاءة المصباح .
(جـ) ماذا يحدث عند عكس التوصيل مع فرق الجهد المستمر ؟



(١٠) ✍ **ماذا نعنى بقولنا أن** : الجهد الحاجز فى الوصلة الثنائية = 0.3 V ؟
(١١) ✍ **كيف يمكنك** ان تميز بين المقاومة الأومية والوصلة الثنائية ؟
(١٢) ✍ **وضح كيف** يمكن تحديد قطبية الوصلة الثنائية ؟
(١٣) وضح بالرسم فقط :
(أ) بلورة شبه الموصل من النوع الموجب (ب) رمز الدايود فى الدائرة الكهربية .
(جـ) التوصيل الأمامى للوصلة الثنائية . (د) التوصيل العكسى للوصلة الثنائية .
(١٤) اشرح مع الرسم
(أ) الدائرة الكهربية اللازمة لاستخدام الوصلة الثنائية كمفتاح فى وضع on , off .
(ب) ✍ كيف يتكون الجهد الحاجز فى الوصلة الثنائية (p – n)
(١٥) **ما هى الفكرة العلمية التى بنى عليها عمل الوصلة الثنائية كمقوم للتيار المتردد ، ثم اشرح مع الرسم كيف تستخدم الوصلة الثنائية فى تقويم التيار المتردد** (أ) تقويمًا نصف موجيًا (ب) تقويمًا موجيًا
(١٦) كيف يمكنك بدون رسم الحصول على بلورة من النوع الموجب (P – type)

س ٨ : مسائل :

(١) إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في السيليكون النقي $10^8 cm^{-3}$ أضيف إليه الومنيوم بتركيز $10^{10} cm^{-3}$ ، احسب تركيز الإلكترونات و الفجوات في هذه الحالة عند تمام تأين الشوائب . **[$10^{10} cm^{-3}$, $10^6 cm^{-3}$]**

****

(٢) إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في بلورة سيليكون النقي $10^{14} cm^{-3}$ أضيف إلي البللورة أنتيمون بتركيز $10^{16} cm^{-3}$ ، احسب تركيز الإلكترونات و الفجوات . **[$10^{16} cm^{-3}$, $10^{12} cm^{-3}$]**

****

(٣) ✍ إذا كان تركيز الفجوات والإلكترونات في بللورة السيليكون النقية $3\times10^{13} cm^{-3}$ فإذا أضيف إليه فوسفور بتركيز $10^{14} cm^{-3}$ احسب تركيز كل من الفجوات والإلكترونات وما نوع البللورة الجديدة؟
[البللورة من النوع السالب ، $n = 10^{14} cm^{-3}$, $P = 9\times10^{12} cm^{-3}$]

****

(٤) إذا علمت أن تركيز الإلكترونات أو الفجوات في السيليكون النقي عند درجة حرارة معينة $1.5\times10^{10} cm^{-3}$ وأضيف إليه أنتيمون بتركيز $10^{12} atom/cm^3$ احسب :
❶ تركيز الإلكترونات في البللورة المطعمة **[$10^{12} Atom/cm^3$]**
❷ تركيز الفجوات في البللورة المطعمة **[$2.25\times10^8 Atom/cm^3$]**
❸ ما نوع بللورة السيليكون الناتجة ؟ **[n-type]**
❹ احسب تركيز الجاليوم (عنصر من المجموعة الثالثة) الواجب إضافته إلى السيليكون حتى يصبح كما لو كان نقيا مرة أخر **[$10^{12} Atom/cm^3$]**

****

(٥) إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في السيليكون النقي $1\times10^{10} cm^{-3}$ وأضيف إليه بورون بتركيز $10^{12} cm^{-3}$ احسب
❶ تركيز الإلكترونات في البللورة المطعمة **[$10^8 atom/cm^3$]**
❷ تركيز الفجوات في البللورة المطعمة **[$10^{12} atom/cm^3$]**
❸ ما نوع بللورة السيليكون الناتجة **[p – type]**
❹ احسب تركيز الفوسفور (عنصر خماسي) الواجب إضافته إلي السيليكون حتى يعود كما لو كان نقيا مرة أخرى **[$10^{12} atom/cm^3$]**

****

(٦) ✍ إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في السيليكون النقي $4\times10^{10} cm^{-3}$ أضيف إلى السيليكون عنصر الفوسفور بتركيز $4\times10^{12} cm^{-3}$ احسب كل من :
❶ تركيز الإلكترونات **[$4\times10^{12} cm^{-3}$]**
❷ تركيز الفجوات **[$4\times10^8 cm^{-3}$]**
❸ هل السيليكون يصبح n-type أو p-type؟ **[n-type]**

****

(٧) وصلة ثنائية (دايود) مقاومته في الاتجاه الأمامي 400Ω وصل بفرق جهد +10V ثم عكس ليصبح (-10V) احسب شدة التيار في كل حالة **[250mA – zero]**

****

(٨) وصلة ثنائية عند التوصيل الأمامي مع فرق جهد 2 فولت كانت مقاومتها 100 أوم وعند عكس الجهد كانت مقاومتها تقترب من المالانهاية احسب التيار في حالة التوصيل الأمامي والتوصيل الخلفي **[0.02A , – zero]**

الفصل الثامن

الإلكترونيات الحديثة

الدرس الثانى : الترانزستور – الالكترونيات التناظرية والرقمية

الترانزستور

تركيبه

وصلة ثلاثية من مادة شبه موصلة مُطعمة ، تحتوى على ثلاثة مناطق متلاصقة و هم :-

❶ **الباعث E** : بللورة شبه موصل متوسطة الحجم بها نسبة عالية من الشوائب .

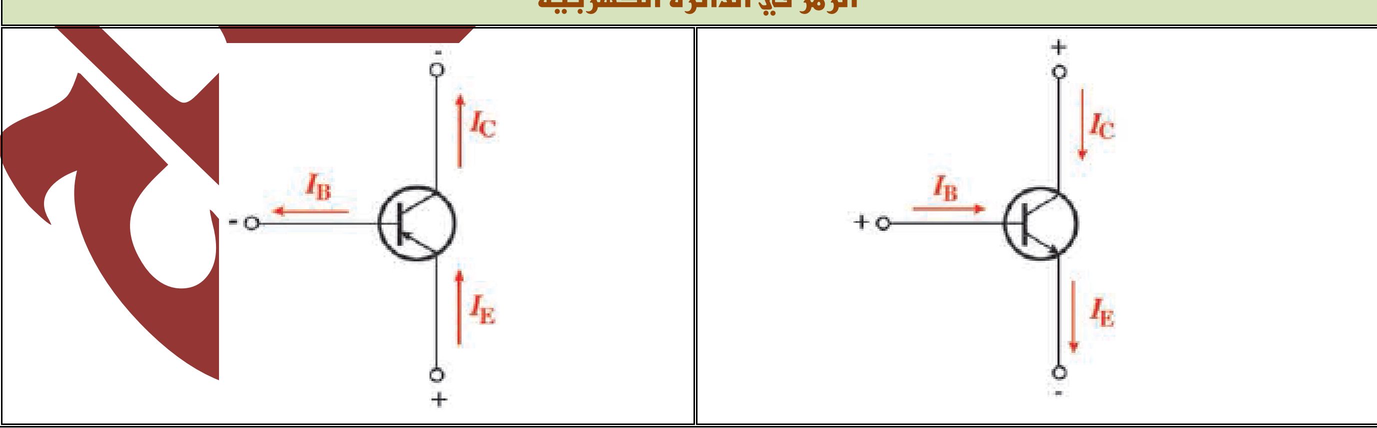
❷ **القاعدة B** : بللورة شبه موصل عرضها صغير للغاية بها نسبة قليلة من الشوائب .

❸ **المجمع C** : بللورة شبه موصل كبيرة الحجم نسبيًا بها نسبة شوائب أقل من الباعث .

أنواعه

يوجد أنواع مختلفة من الترانزستور وسنكتفى هنا بـ :

❶ **ترانزستور** [npn]	❷ **ترانزستور** [pnp]
التركيب	
وفيه يكون القاعدة من النوع الموجب (p) ، بينما الباعث والمجمع من النوع السالب (n)	وفيه تكون القاعدة من النوع السالب (n) ، بينما الباعث والمجمع من النوع الموجب (p)
C + , I_C , B + , I_B , n , p , n , I_E , E -	C - , I_C , B - , I_B , p , n , p , I_E , E +
الرمز في الدائرة الكهربية	



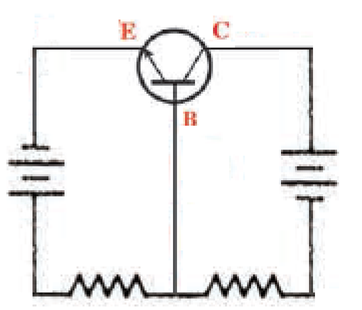
الترانزستور

" بللورة من النوع n محصورة بين بللورتين من النوع P أو بللورة من النوع P محصورة بين بللورتين من النوع n "

يوجد طريقتان لتوصيل الترانزستور فى الدائرة الكهربية : ❶ القاعدة مشتركة بين الباعث والمجمع .

❷ الباعث مشترك بين المجمع والقاعدة .

(١) توصيل الترانزستور في القاعدة المشتركة (npn)



◈ شكل الدائرة :
كما هو موضح بالدائرة المقابلة

◈ التوصيل في الدائرة الكهربية :
يوصل الباعث (E) مع القاعدة (B) توصيلًا أماميًا ،. يوصل المجمع (C) مع القاعدة (B) توصيلًا عكسيًا .

◈ شرح العمل :
- تنطلق الإلكترونات من الباعث (n) الى القاعدة (P) حيث تنتشر فيها بعض الوقت الى أن يقتنصها المجمع (n) .
- أثناء انتشار الإلكترونات داخل القاعدة (P) تستهلك نسبة منها فى ملء الفجوات لتحدث عملية الالتئام وبالتالى يكون دائمًا تيار المجمع (I_C) أقل من تيار الباعث (I_E) ، حيث :

$$I_E = I_C + I_B$$

◈ معاملات الترانزستور :
يطلق على النسبة بين تيار المجمع الى تيار الباعث نسبة التوزيع (α_e) حيث

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

ونظرًا لأن عرض القاعدة صغير جدًا ، فلا تستهلك إلا نسبة ضئيلة من التيار فى ملء الفجوات فى القاعدة وتستمر الإلكترونات فى حركتها لتصل الى المجمع ، فتكون قيمة (α_e) قريبة من الواحد الصحيح ، وبالتالى يمكن تعريفها كما يلى :

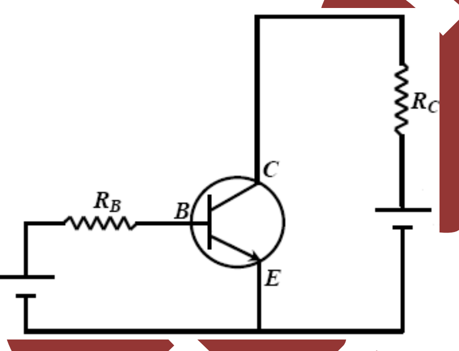
نسبة (ثابت) التوزيع (α_e)

" نسبة تيار المجمع الى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة والمجمع "

◈ الاستخدام :
يستخدم الترانزستور عند توصيله في دائرة القاعدة المشتركة في تكبير القدرة الكهربية و لا يمكن استخدامه لتكبير التيار الكهربى نظرًا لأن تيار المجمع يكون أقل من تيار الباعث .

****

(٢) توصيل الترانزستور في دائرة الباعث المشترك (npn)



◈ شكل الدائرة :
كما هو موضح بالدائرة المقابلة

◈ التوصيل في الدائرة الكهربية :
يوصل الباعث (E) مع القاعدة (B) توصيلًا أماميًا ،. يوصل الباعث (E) مع المجمع (C) بحيث يوصل الباعث بالقطب السالب والمجمع بالقطب الموجب .

◈ شرح العمل :
- تتنافر إلكترونات الباعث (n) مع القطب السالب للبطاريتين ليتجمع تياري الإلكترونات عند الباعث ويتحرك تجاه المجمع .
- إذا وضعت إشارة كهربية صغيرة فى تيار القاعدة فإن تأثيرها يظهر مكبرًا فى تيار المجمع .

◈ معاملات الترانزستور :
يطلق على النسبة بين تيار المجمع الى تيار القاعدة نسبة تكبير التيار(β_e) حيث

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$$

نسبة التكبير (β_e)

" نسبة تيار المجمع الى تيار القاعدة عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجمع "

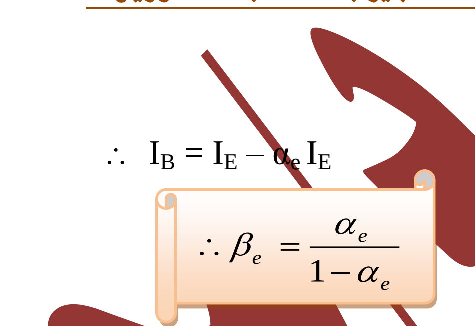
م	ما معنى أن	معنى ذلك أن
١	**ثابت التوزيع في الترانزستور = 0.98**	نسبة تيار المجمع I_C إلى تيار الباعث I_E عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة والمجمع $(V_{CB}) = 0.98$
٢	**معامل التكبير للترانزستور = 46**	نسبة تيار المجمع I_C إلى تيار القاعدة I_B عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجمع $(V_{CE}) = 46$

◈ حساب نسبة التكبير بدلالة ثابت التوزيع :

$$\because \alpha_e = \frac{I_C}{I_E} \qquad \therefore I_C = \alpha_e I_E$$

$$\because \beta_e = \frac{I_C}{I_B} \qquad \because I_B = I_E - I_C \qquad \therefore I_B = I_E - \alpha_e I_E$$

$$\therefore \beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e I_E}{I_E - \alpha_e I_E} = \frac{\alpha_e I_E}{I_E(1-\alpha_e)} = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$



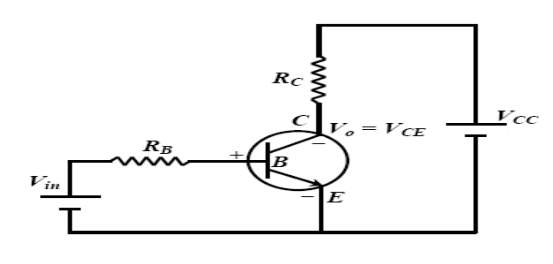
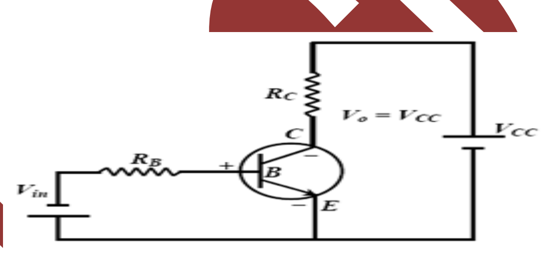
$$\therefore \beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$

◈ الاستخدام :

❶ كمكبر

تعتمد فكرة عمل الترانزستور فى دائرة الباعث المشترك كمكبر على أنه إذا وضعت إشارة كهربية صغيرة (كالخرج من الميكروفون) في تيار القاعدة الصغير فإنه يظهر تأثيرها مكبرًا في تيار المجمع وهذا ما يسمى فعل الترانزستور .

❷ كمفتاح

الترانزستور في حالة الفتح On	الترانزستور في حالة الإغلاق Off
طريقة التوصيل	
	
يتم توصيل الترانزستور فى الدائرة الكهربية بحيث يكون الباعث مشترك وبذلك يكون : $V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$ (حيث V_{CC} جهد البطارية ، V_{CE} فرق الجهد بين المجمع والباعث ، I_C تيار المجمع ، R_C مقاومة الدائرة)	
الأساس العلمي	
إذا اعتبرنا أن القاعدة هى الدخل (input) والمجمع هو الخرج (output)	
عند توصيل القاعدة بجهد موجب أو كبير (V_{in}) يمر تيار (I_C) كبير في دائرة المجمع فتصبح قيمة $I_C R_C$ كبيرة ويحدث نقص لقيمة V_{CE} أى يكون الخرج صغيرًا **أى أن :** الترانزستور يعمل على مرور تيار القاعدة لأن $(V_{in} > V_{out})$ ويعمل كمفتاح مغلق .	عند توصيل القاعدة B بجهد سالب أو صغير (V_{in}) ، تقل قيمة I_C فتقل قيمة $I_C R_C$ فيحدث زيادة لقيمة V_{CE} أى يكون الخرج كبيرًا . **أى أن :** الترانزستور لا يسمح بمرور تيار القاعدة لأن $(V_{out} > V_{in})$ ويعمل كمفتاح مفتوح .

مما سبق نجد أن الترانزستور يعمل كعاكس أى أنه عندما يكون جهد الدخل (V_{in}) للترانزستور كبيرًا يصبح جهد الخرج (V_{out}) صغيرًا والعكس .

◈ ☜ الاستدلال على قطبية الترانزستور باستخدام الأوميتر

❶ عند قياس مقاومة الدائرة باستخدام الأوميتر فإذا كانت أكبر ما يمكن ، تكون الدائرة مفتوحة ويكون الترانزستور في الوضع (OFF)

❷ أما إذا كانت أصغر ما يمكن ، تكون الدائرة مغلقة ويكون الترنزستور في حالة (ON)

م	علل لما يلى	الاجابة
١	تيار القاعدة I_B أصغر كثيرا من تيار المجمع I_C	لأن القاعدة عرضها صغير كما أن نسبة الشوائب بها قليلة لذا يفقد فيها كمية كبيرة من الفجوات فيمر معظم تيار الباعث إلى المجمع ويكون I_C أكبر كثيرا من I_B وتكون النسبة بينهما هي نسبة تكبير التيار في الترانزستور $\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$
٢	يجب أن يكون سمك القاعدة في الترانزستور صغير .	حتى لا يستهلك نسبة عالية من الإلكترونات في ملء الفجوات في القاعدة P وتستمر الإلكترونات في حركتها لتصل إلى المجمع فيكون تيار المجمع يساوى تقريبًا تيار الباعث .
٣	يستخدم الترانزستور كمفتاح	لأنه عند توصيل ترانزستور npn بحيث يكون الباعث مشترك ، فإذا كان جهد القاعدة موجبًا يمر تيار فى المجمع (أى يعمل الترانزستور كمفتاح فى وضع on) و إذا كان جهد القاعدة سالبًا ينقطع تيار المجمع (أى يعمل الترانزستور فى وضع off)
٤	يستخدم الترانزستور كمكبر	لأن القاعدة عرضها صغير جدًا كما أنها قليلة الشوائب ، لذلك لا يستهلك بها إلا جزء صغير جدًا من تيار الباعث فيصبح ($I_C \approx I_E$) ويكون ثابت التوزيع $\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$ قريب من الواحد الصحيح ، وحيث أن تيار القاعدة صغير جدًا فتكون نسبة التكبير $\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$ كبيرة جدًا .

	الوصلة الثنائية (الدايود)	الترانزستور
التكوين	بللورة(n – type)ملتصقة ببللورة(p – type) (قطاعان)	يتكون من ثلاثة قطاعات القاعدة و الباعث و المجمع
الإستخدام	❶ تقويم التيار المتردد . ❷ كمفتاح بتغيير نوع التوصيل أمامي أو عكسي	❶ تكبير الجهد أو التيار ❷ يمكن استخدامه كمفتاح بتغيير جهد الدخل (جهد القاعدة) بدائرة معينة

	الباعث	المجمع
نوع البللورة	(n – type)	(n – type)
نوع التوصيل مع القاعدة	أمامى	عكسى
جهد الحاجز مع القاعدة	صغير	كبير

أمثلة محلولة

(١) إذا كان تيار القاعدة في الترانزستور 100μA ونسبة التكبير 98 احسب:

❶ تيار المجمع ❷ نسبة التوزيع



❶ $\beta_e = \dfrac{I_C}{I_B} \Rightarrow \therefore I_C = \beta_e I_B \Rightarrow \therefore I_C = 98\times100\times10^{-6} = 98\times10^{-4}\,A$

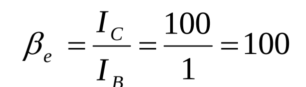
❷ $I_E = I_C + I_B = 98\times10^{-4} + 100 \times 10^{-6} = 99 \times 10^{-4}\ A$

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{98\times10^{-4}}{99\times10^{-4}} = 0.99$$

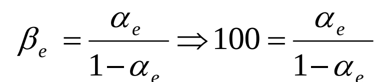
****

(٢) إذا كان تيار المجمع فى الترانزستور 100 mA عندما كان تيار القاعدة 1mA احسب :
(أ) نسبة التكبير (βe)   (ب) نسبة التوزيع (α_e)   (جـ) I_E .

الحل



$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{100}{1} = 100$$



$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e} \Rightarrow 100 = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$

$100 - 100\ \alpha_e = \alpha_e$ $\alpha_e = 0.9901$

$I_E = I_C + I_B = 100 + 1 = 101\ mA$

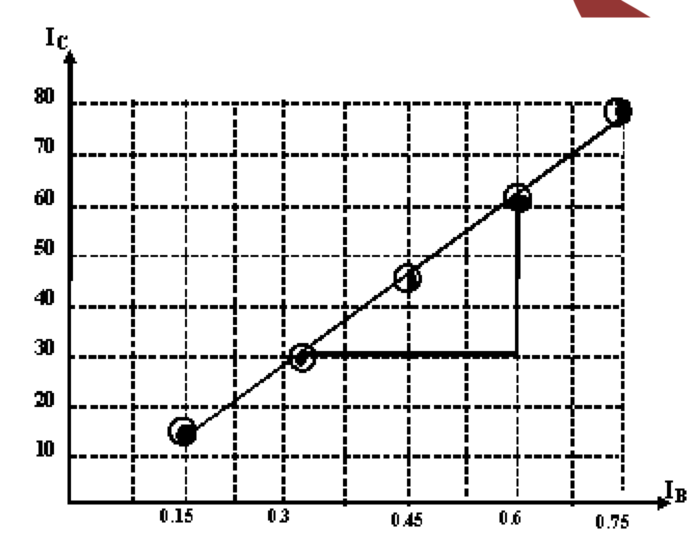
****

(٣) [مصر ٢٠١٥] الجدول الآتي يوضح العلاقة بين تيار المجمع (I_C) وتيار القاعدة (I_B) لترانزستور pnp

I_C (mA)	15	30	45	60	75
I_B (mA)	0.15	0.3	0.45	0.6	0.75

(أ) ارسم العلاقة بين (I_C) على المحور الرأسى (I_B) على المحور الأفقى .
(ب) من الرسم أوجد نسبة التكبير (βe) لهذا الترانزستور .
(ت) احسب قيمة كل من: ❶ (α_e)
❷ I_E عند $I_C = 45mA$

الحل



$$slope = \beta_e = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{60-30}{0.6-0.3} = \frac{30}{0.3}$$

$$\beta_e = 100$$

$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e} = \frac{100}{1+100} = \frac{100}{101}$$

$$\alpha_e = 0.99$$

$$I_E = I_C + I_B = 45 + 0.45 = 45.45mA$$

****

(٤) احسب قيمة تيار المجمع I_C في دائرة الترانزستور كمفتاح في حالة التوصيل on عندما يكون جهد المصدر 1.5V وفرق الجهد بين المجمع والباعث 0.5V وقيمة المقاومة المتصلة بالمجمع 500Ω



$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C \Rightarrow \therefore 1.5 = 0.5 + I_C \times 500 \Rightarrow \therefore I_C = 2\ mA$

****

(٥) إذا كان $1mm^2$ يحتوي على مليون ترانزستور أحسب المساحة المخصصة لكل ترانزستور



$$\because A_{\text{ترانزستور}} = \frac{A_{\text{الكلية}}}{n_{\text{ترانزستور}}} = \frac{1}{10^6} = 10^{-6}\,mm^2$$

****

(٦) احسب قيمة جهد البطارية عندما يكون فرق الجهد بين المجمع والباعث 0.6V وتيار المجمع 1mA والمقاومة المتصلة بدائرة المجمع 550Ω

$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C \Rightarrow \therefore V_{CC} = 0.6 + (1\times10^{-3}\times550) = 1.15V$



الإلكترونيات التناظرية والرقمية

يوجد طريقتان للتعامل مع الجهد الداخل أو الخارج من الدائرة الكهربية ، هما :

الإلكترونيات التناظرية	الإلكترونيات الرقمية
الإلكترونيات التناظرية " إلكترونيات تتعامل مع الكميات الطبيعية كما هي حيث تحولها الى إشارات كهربية متصلة أى تأخذ أى قيمة من الأرقام العشرية (1 أ، 2 أ، 3 ...) حسب حالتها ."	**الإلكترونيات الرقمية** " إلكترونيات تتعامل مع الكميات الطبيعية بعد تحويلها الى شفرة غير متصلة أساسها قيمتان هما (1 , 0) حيث يمثل الكود 0 منطق منخفض والكود 1 منطق مرتفع . " **عند الإرسال :** يتم تحويل كل الاشارات الكهربية المتصلة الى اشارات رقمية عن طريق " محول تناظرى رقمى ". **عند الاستقبال :** يتم تحويل الإشارات الرقمية الى إشارات تناظرية عن طريق " محول رقمي تناظرى " .
تطبيقات	
❶ **الميكروفون :** يقوم بتحويل الصوت إلى إشارة كهربية . ❷ **كاميرا الفيديو العادية أو أجهزة الإرسال التلفزيوني** تقوم بتحويل الصورة إلى إشارة كهربية . ❸ **التلفزيون العادى :** (أ) عند الإرسال : يتم تحويل الصورة والصوت الى إشارات كهربية ثم إلى إشارات كهرومغناطيسية . (ب) عند الاستقبال : يتم تحويل الإشارات الكهرومغناطيسية الى إشارات كهربية في الهوائى (الأريال) ثم يعمل جهاز الاستقبال على تحويلها الى صوت وصورة .	❶ التليفون المحمول ❷ القنوات الفضائية الرقمية ❸ أقراص الليزر المدمجة (CD) ❹ **أجهزة الكمبيوتر** - كل ما يدخل للكمبيوتر من حروف أو أعداد يتحول الى شفرات ثنائية . - تتجزأ الصور الى عناصر صغيرة Pixels ثم تحول أيضًا الى شفرات ثنائية (1,0) . - تتم جميع العمليات الحسابية على أساس الجبر الثنائى . - يتم تخزين المعلومات في الذاكرة المؤقتة RAM أو الذاكرة المستديمة Hard Disk على شكل مغنطة في إتجاه معين ، مما يعنى 0 أو مغنطة في الإتجاه المضاد مما يعنى 1
التشويش (الضوضاء الكهربية)	
مصدر التشويش هو الحركة العشوائية للإلكترونات ، فهى شحنات إذا تحركت فإنها تسبب تيارًا عشوائيًا .	
يؤثر التشويش على الإشارة التناظرية حيث تتداخل الضوضاء مع الإشارة التناظرية التى تحمل المعلومات وتشوشها .	المعلومات ليست هى قيمة الإشارة التى قد تتداخل معها الضوضاء وتشوشها لكن المعلومة تكمن في الكود 0 أو 1 ولا يهم إذا أضيف إليها الضوضاء .



◄ **تفضل الإشارات الرقمية في إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية (مميزات الإلكترونيات الرقمية)**

◄ **يفضل استخدام الإلكترونيات الرقمية عن الإلكترونيات التناظرية في الأجهزة الإلكترونية .**

جـ : لأنها سهلة التخزين و يمكن التخلص من التيارات العشوائية والتشويش والضوضاء الناتجة من الحركة العشوائية للإلكترونات حيث تكمن المعلومة في الشفرة أو الكود (0,1) التى لا تتأثر بالإشارة الكهربية غير المنتظمة وتكون الصورة دون تشويه

كيفية تحويل العدد التناظري (العشري) إلى كود رقمي (عدد ثنائي)

❶ اقسم العدد العشري على 2 ثم اقسم الناتج على 2 وهكذا حتى يصبح الناتج صفر
❷ إذا لم يكن للناتج باقي ضع 0 في خانة الباقي
❸ إذا كان للناتج باقي ضع 1 في خانة الباقي

كيفية تحويل الكود الرقمي (العدد الثنائي) إلى عدد تناظري (عدد عشري)

❶ أكتب الكود (المكون من 0 ، 1) كل رقم على حدة بالترتيب وأسفل كل رقم بداية من اليمين النظام الثنائي (2^0 ، 2^1 ، 2^2 ، 2^3 ، ....)
❷ اكتب حاصل ضرب الكود (0 أو 1) في النظام الثنائي (2^0 ، 2^1 ، 2^2 ، 2^3 ، ....)
❸ اجمع الأعداد الناتجة لتحصل على العدد التناظري المطلوب

أمثلة محلولة

❶

اوجد العدد الثنائي الذى يكافئ العدد العشري (43)

		الباقي
43	2	1 (يمين)
21	2	1
10	2	0
5	2	1
2	2	0
1		1(شمال)

$(101011)_2$

اوجد العدد الثنائي الذى يكافئ العدد العشري (10)

		الباقي
10	2	0
5	2	1
2	2	0
1		1

$(1010)_2$

اوجد العدد الثنائي الذى يكافئ العدد العشري (57)

		الباقي
57	2	1
28	2	0
14	2	0
7	2	1
3	2	1
1		1

$(111001)_2$

❷

اوجد العدد العشري الذى يكافئ العدد الثنائي (101011)2

	1×2^0	1×2^1	0×2^2	1×2^3	0×2^4	1×2^5
الناتج	32 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1 = 43					

مصر ٢٠١٥ : اوجد العدد العشري الذى يكافئ العدد الثنائي (1010)2

	0×2^0	1×2^1	0×2^2	1×2^3
الناتج	8 + 0 + 2 + 0 = 10			

اوجد العدد العشري الذى يكافئ العدد الثنائي (111001)2

	1×2^0	0×2^1	0×2^2	1×2^3	1×2^4	1×2^5
الناتج	32 + 16 +8+ 0 + 0 + 1 = 57					

ملحوظة

◄ **يمكن تلخيص استخدامات الترانزستور كما يلي :**

❶ تكبير تيار الإشارة .
❷ تكبير القدرة والجهد .
❸ كمفتاح لتوصيل أو قطع التيار .
❹ يستخدم في صنع دوائر الذاكرة

البوابات المنطقية

البوابات المنطقية

" أجزاء من الدوائر الإلكترونية للأجهزة الحديثة تقوم بالعمليات المنطقية على الإشارات الرقمية (المبنية على الجبر الثنائى 1 , 0 "

◈ ☜ **الأساس العلمي لها** : بنيت فكرة عملها على الجبر الثنائي وهو أساس الإلكترونيات الرقمية

◈ ☜ **استخدامها** : ❶ في دوائر الحاسب ❷ في وسائل الإتصالات الحديثة

	بوابة العاكس (NOT)	**بوابة التوافق** (AND)	**بوابة الإختيار** (OR)
عدد المداخل والمخارج	مدخل واحد ومخرج واحد	مدخلان أو أكثر ومخرج واحد	مدخلان أو أكثر ومخرج واحد
العملية المنطقية التى تقوم بها	العكس (الخرج يكون عكس الدخل)	التوافق (الخرج لا يكون (1) إلا إذا اتفق الدخلان على (1))	الاختيار (الخرج يكون (1) إذا توفر (1) على أحد الدخلين)
جدول التحقق	input: 1, 0 — output: 0, 1	A B output: 0 0 0 / 0 1 0 / 1 0 0 / 1 1 1	A B output: 0 0 0 / 1 0 1 / 0 1 1 / 1 1 1
رمزها	الدخل — NOT — الخرج	الدخل A، الدخل B — AND — الخرج	الدخل A، الدخل B — OR — الخرج
المكافئة لها	• مفتاح على التوازى في الدائرة . • عند فتح المفتاح يضئ المصباح وعند غلقه لا يضئ .	• مفتاحان على التوالى في الدائرة . • لا يضئ المصباح إلا إذا أغلق المفتاحان معًا .	• مفتاحان على التوازى مع بعضهما في الدائرة . • يضئ المصباح إذا أغلق أى من المفتاحين أو كليهما .

جدول التحقق لبوابة العاكس (NOT):

(input)	(output)
1	0
0	1

جدول التحقق لبوابة التوافق (AND):

A	B	(output)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول التحقق لبوابة الإختيار (OR):

A	B	(output)
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

ملحوظة

لو ان هناك اكثر من مدخل يجب تحديد عدد الاحتمالات والذى نحصل عليه من العلاقة

عدد الاحتمالات = $(٢)^{\text{عدد المدخلات}}$

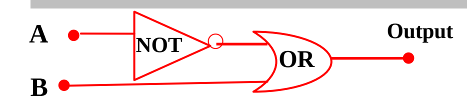


◄ تسمى البوابة المنطقية (NOT) بالعاكس

جـ: لأن إشارة الخرج تكون منخفضة إذا كان الدخل مرتفعًا والعكس صحيح أي تحول الدخل المنخفض إلى خرج مرتفع

أمثلة محلولة

(١) استنتج جدول التحقق للدائرة الآتية :



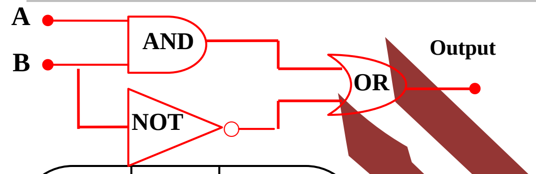
الحل

حدد أولًا خرج دائرة NOT ليكون
أحد دخلى دائرة OR
ثم أوجد خرج دائرة OR

A	B	out
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

****

(٢) أكمل جدول التحقق للدائرة المنطقية الآتية



A	B	out
0	0	….
0	1	….
1	0	….
1	1	….

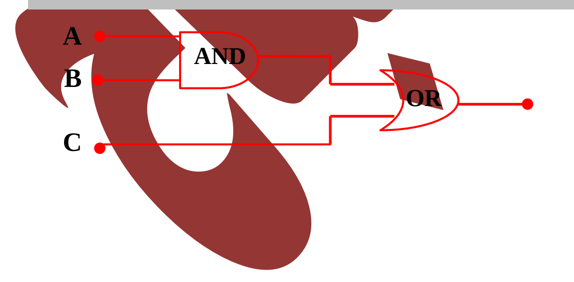
الحل

نحدد اولًا خرجى الدائرتين NOT,AND
ليكونا دخل لدائرة OR ونوجد خرج OR

A	B	out
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

****

(٣) اكتب جدول التحقق للدائرة المنطقية الآتية :



الحل

A	B	C	output
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1

****

أسئلة وتدريبات على الفصل الثامن

س ١ : أكتب المصطلح العلمي الذى تدل عليه العبارات التالية

(١) وصلة ثلاثية تتكون من بللورتان متشابهتان تفصلهما بللورة من نوع آخر .
(٢) نسبة تيار المجمع الى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة والمجمع .
(٣) نسبة تيار المجمع الى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجمع .
(٤) الإلكترونيات التى تتعامل مع الكميات الطبيعية كما هى .
(٥) ✍ الإلكترونيات التى تتعامل مع الكميات الطبيعية وتحولها الى أكواد أو شفرات .
(٦) أجزاء من الدوائر الإلكترونية للأجهزة الحديثة تقوم بالعمليات المنطقية على أساس الإلكترونيات الرقمية .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

(١) فى الترانزستور تكون نسبة الشوائب فى الباعث .... نسبة الشوائب فى المجمع (أكبر من – تساوى – أقل من)
(٢) فى الترانزستور عندما يكون سُمك القاعدة صغير جدًا فإن نسبة I_C الى I_E تصبح ....
(كبيرة جدًا – صغيرة جدًا – قريبة من الواحد الصحيح)
(٣) فى الترانزستور يكون تيار الباعث .... من تيار المجمع (أقل كثيرًا – أقل قليلاً – أكبر قليلاً – أكبر كثيرًا)
(٤) تتعين نسبة التوزيع α_e فى الترانزستور من العلاقة .... ($\frac{1+\beta_e}{\beta_e}$ – $\frac{\beta_e}{1-\beta_e}$ – $\frac{1-\beta_e}{\beta_e}$ – $\frac{\beta_e}{1+\beta_e}$)
(٥) تتعين نسبة التكبير فى الترانزستور β_e من العلاقة .... ($\frac{\alpha_e-1}{\alpha_e}$ – $\frac{\alpha_e}{\alpha_e-1}$ – $\frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$ – $\frac{1-\alpha_e}{\alpha_e}$)
(٦) فى الترانزستور كلما زاد تيار القاعدة فإن تيار المجمع .... (يزداد – يقل – يظل ثابتًا)
(٧) يستخدم الترانزستور فى الدوائر الإلكترونية فى كل مما يأتى ماعدا ....
(كمفتاح – لتكبير القدرة والجهد – لتكبير تيار الإشارة – كمقوم للتيار)
(٨) ترانزستور npn موصل فى دائرة بحيث يكون الباعث مشترك ، فإذا أعطينا القاعدة جهدًا موجبًا فإن الترانزستور يعمل .... (كمقوم نصف موجى للتيار – كمفتاح مغلق – كمفتاح مفتوح)
(٩) فى الترانزستور يكون مقاومة الباعث .... مقاومة المجمع (أكبر من – أصغر من – تساوى)
(١٠) فى الترانزستور عندما يكون وضع ON فإن جهد الخرج يكون ...... (كبيرًا – صغيرًا – لا توجد إجابة)
(١١) الكود الرقمى للعدد التناظرى 20 تبعًا للنظام الثنائى هو ....
(أ) $(10101)_2$ (ب) $(10100)_2$ (جـ) $(11100)_2$ (د) $(00111)_2$
(١٢) ✍ العدد العشرى الذى يكافئ العدد التناظرى $(1010)_2$ هو .... (10 – 8 – 4)
(١٣) العدد التناظرى للكود الرقمى $(100010)_2$ هو ..... (20 – 34 – 28 – 15)
(١٤) البوابة المنطقية .... لها مدخل واحد ومخرج واحد (NOT – AND – OR – لا توجد إجابة صحيحة)
(١٥) تعمل بوابة .... عمل مفتاحين متصلين على التوالى فى الدائرة الكهربية (OR – AND – NOT)
(١٦) إذا كان أى من المدخلات High يكون الخرج High تكون بوابة .... (OR – AND – NOT)
(١٧) يمكن تصوير الترانزستور كبوابة اختيار (OR) إذا كان لدينا .... ترانزستور
(1 – 2 – 3 – لا توجد اجابة صحيحة)

س ٣ : علل لما يأتى :

(١) ✍ يجب أن يكون سُمك القاعدة فى الترانزستور صغير .
(٢) يستخدم الترانزستور كمفتاح .
(٣) ثابت التوزيع α_e قريب من الواحد الصحيح بينما نسبة تكبير التيار فى الترانزستور β_e كبيرة .
- يستخدم الترانزستور كمكبر
(٤) ✍ يفضل استخدام الإلكترونيات الرقمية عن الإلكترونيات التناظرية فى الأجهزة الإلكترونية .

****

س ٤ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) نسبة (ثابت) التوزيع فى الترانزستور = 0.98
(٢) نسبة تكبير الترانزستور للتيار = 99

س ٥ : ما المقصود بكلا مما يأتى :

(١) نسبة التكبير (β_e) .
(٢) الترانزستور
(٣) نسبة التوزيع (α_e)
(٤) البوابات المنطقية

****

س ٦ : أذكر الفكرة العلمية (الأساس العلمى) التى بنى عليها عمل كل مما يأتى :

(١) الترانزستور كمكبر .
(٢) الترانزستور كمفتاح .
(٣) الإلكترونيات الرقمية .
(٤) البوابات المنطقية .

****

س ٧ : قارن بين كل مما يأتى :

(١) الباعث والمجمع فى الترانزستور (npn) (من حيث : نوع البللورة – نوع التوصيل مع القاعدة فى حالة التوصيل فى دائرة القاعدة المشتركة – جهد الحاجز مع القاعدة)
(٢) الترانزستور كمفتاح فى حالة الفتح on وحالة الإغلاق off .
(٣) [مصر ٢٠١٦] الأجهزة التناظرية والأجهزة الرقمية (من حيث : تعاملها مع الكميات الطبيعية) .
(٤) بوابة العاكس (NOT) وبوابة التوافق (AND) وبوابة الاختيار (OR)
(من حيث : الرمز – عدد المداخل والمخارج – العملية المنطقية التى تقوم بها – جدول التحقق – الدائرة الكهربية المكافئة)

****

س ٨ : أذكر استخداماً واحداً (أو وظيفة واحدة) لكل مما يأتى :

(١) الترانزستور .
(٢) المحول التناظرى الرقمى .
(٣) المحول الرقمى التناظرى
(٤) الإلكترونيات الرقمية .
(٥) الأجهزة الإلكترونية التناظرية.
(٦) البوابات المنطقية .

****

س ٩ : ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى :

(١) توصيل القاعدة بجهد موجب فى ترانزستور npn عندما يكون الباعث مشترك .
- زيادة تيار المجمع (I_C) فى ضوء العلاقة : $V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$
(٢) صغر سمك القاعدة فى الترانزستور .
(٣) صغر جهد الدخل فى الترانزستور عندما يكون الباعث مشترك .

س ١٠ : أسئلة متنوعة :

(١) **اشرح** أهمية الإلكترونيات الرقمية ، واذكر خمسة تطبيقات هامة لها .

****

(٢) **أثبت أن** معامل التكبير فى الترانزستور يعطى من العلاقة : $\beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$.

****

(٣) **اكتب العلاقة الرياضية** المعبرة عن نسبة تكبير التيار فى الترانزستور .

****

(٤) **استنتج جدول التحقق لدائرة**
(أ) AND يتلوها دائرة عاكس
(ب) OR يتلوها دائرة عاكس .

(٥) اكتب العلاقة الرياضية التى تربط كل من المتغيرين فى العلاقات الآتية :

(أ) ✍

$I_C(A)$ شدة تيار المجمع — $I_B(A)$ شدة تيار القاعدة

(ب)

$I_C(A)$ شدة تيار المجمع — $I_E(A)$ شدة تيار الباعث

****

(٦) اكتب اسم البوابة المنطقية فى كل من الحالات التالية ، ثم ارسم الدائرة الكهربية المكافئة لكل بوابة :

(أ) ✍ بوابة منطقية لها مدخل واحد .

- بوابة منطقية يكون الخرج Low إذا كان الدخل High والعكس .

(ب) ✍ بوابة منطقية لها مدخلان تعطى خرج High عندما يكون جهد أحد المدخلين High وجهد الآخر Low.

(ج) بوابة منطقية لها مدخلان لا يكون الخرج High إلا إذا كان كل المدخلات High .

- بوابة منطقية يكون الخرج Low إذا كان أحد المدخلات Low .

****

(٧) ✍ اشرح باختصار عمل الترانزستور (npn) كمفتاح ، وارسم الدائرة الكهربية فى حالة الإغلاق (off) فقط .

****

(٨) أكمل جدول التحقق للدوائر الإلكترونية الآتية مع تحويل ناتج الخرج الى رقم عشرى :

(أ) ✍

A, B — OR — NOT — AND — Output

A	B	output
0	**0**	….
1	**0**	….
1	**1**	….

(ب) ✍

C, A, B — AND — OR — NOT — output

A	B	C	output
1	**1**	0	……..
1	0	**1**	…….
0	0	**1**	…….

****

(ج)

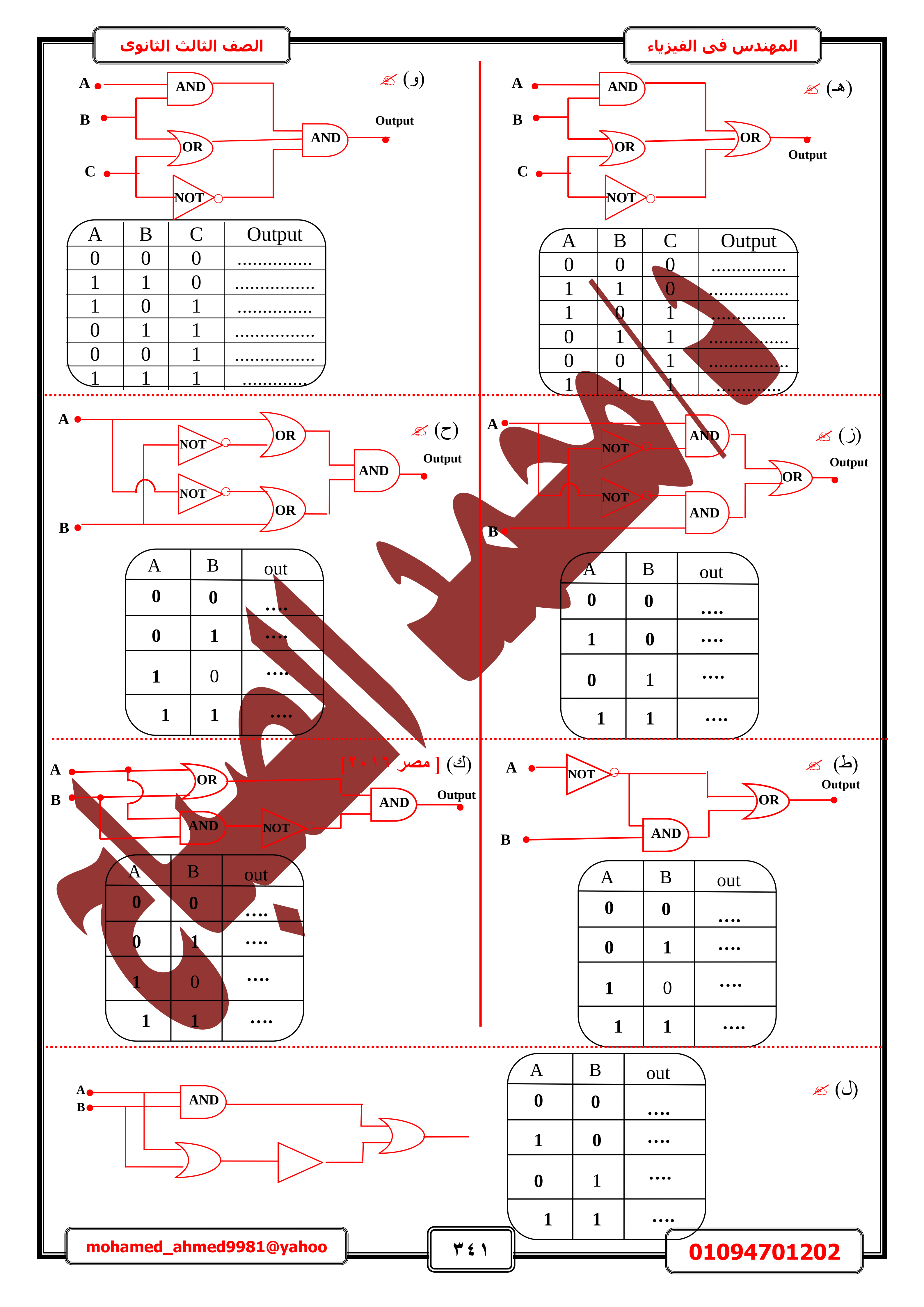
A, B — AND — NOT — OR — OR — Output

A	B	out
0	**0**	….
1	**0**	….
0	1	….
1	**1**	….

(د) ✍

A, B — AND — NOT — OR — Output

A	B	out
0	**0**	….
1	**0**	….
0	1	….
1	**1**	….



(هـ) ✍

A	B	C	Output
0	0	0	....
1	1	0	....
1	0	1	....
0	1	1	....
0	0	1	....
1	1	1	....

(و) ✍

A	B	C	Output
0	0	0	....
1	1	0	....
1	0	1	....
0	1	1	....
0	0	1	....
1	1	1	....

(ز) ✍

A	B	out
0	0	....
1	0	....
0	1	....
1	1	....

(ح) ✍

A	B	out
0	0	....
0	1	....
1	0	....
1	1	....

(ط) ✍

A	B	out
0	0	....
0	1	....
1	0	....
1	1	....

(ك) [مصر ٢٠١٦]

A	B	out
0	0	....
0	1	....
1	0	....
1	1	....

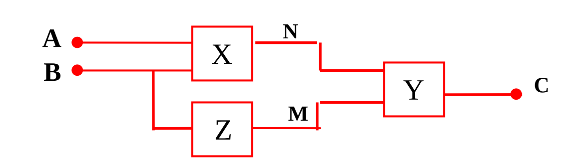
(ل) ✍

A	B	out
0	0	....
1	0	....
0	1	....
1	1	....

(٩) [الأزهر ٢٠١٦] فى جدول التحقق الموضح
(أ) أكتب نوع البوابتين X,Y
(ب) ارسم الرمز والرسم المكافئ لكل منهما .

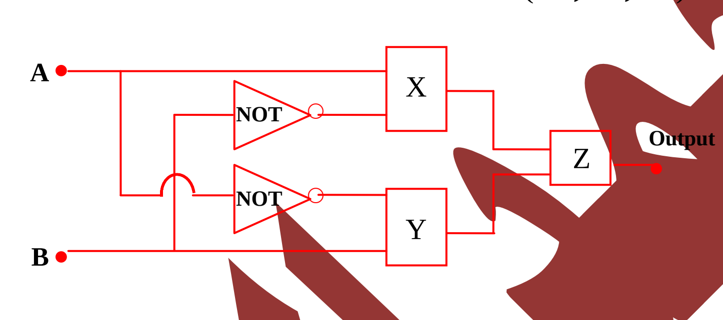
A			Y
0	**0**	0	
0	1	**1**	**0**
1	0	**1**	**0**
1	1	**1**	**1**

(١٠) من جدول التحقق التالى :
(أ) استنتج أنواع البوابات Z , Y , X
(ب) أكمل الجدول



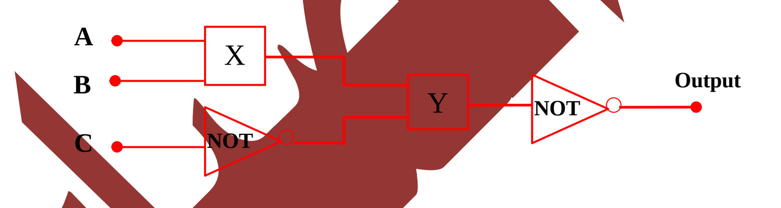
الدخل				الخرج
A	B	N	M	C
0	1	1	0	0
1	1	……	0	……………
0	0	1	………	1

(١١) من جدول التحقق التالى استنتج أنواع البوابات (Z , Y , X) :



A	B	out
0	**0**	**0**
1	**0**	**1**
0	1	**1**
1	**1**	**0**

(١٢) يعطى جدول التحقق الذى أمامك بعض قيم الدخل والخرج لدائرة البوابات الموضحة بالشكل :
(أ) تعرف على نوع كل من البوابة (X) والبوابة (Y) .
(ب) أوجد الخرج (Z) بالجدول .



A	B	C	output
1	**1**	1	**0**
0	1	**1**	**1**
0	0	**0**	**Z**

(١٣) الرسم الموضح يمثل الدائرة الكهربية المكافئة لبوابة منطقية :
(ا) اذكر نوع البوابة الممثلة على الرسم ، ثم ارسم رمز البوابة .
(ب) اكتب جدول التحقق فى حالة إضاءة المصباح فقط .

(١٤) اكتب نوع البوابة (OR – NOT – AND) أمام الوصف المنطقي لكل منها :

	الوصف	نوع البوابة
١	لا يكون الخرج High إلا إذا كان كل المدخلات High	
٢	يكون الخرج Low إذا كان الدخل High والعكس .	
٣	يكون الخرج Low إذا كان أحد المدخلات Low	
٤	يكون الخرج High إذا كان أحد المدخلات High	

(١٥) متى يكون الخرج فى دائرة الاختيار (OR) يساوى صفر

(١٦) اوجد العدد الثنائى المكافئ لكل من الأعداد العشرية الآتية :

(أ) 59 (ب) 120 (جـ) 18

[$(111011)_2$ – $(1111000)_2$ – $(10010)_2$]

****

(١٧) اوجد العدد العشرى المناظر لكل من الأعداد

❶ $(11110)_2$ ❷ $(100110)_2$ ❸ $(10011011)_2$ ❹ ✍ $(10100)_2$ ❺ ✍ $(111011)_2$

[30 – 38 – 155 – 20 – 59]

****

(١٨)وضح بالرسم رمز كل من .

(أ) الوصلة الثنائية (د) البوابة المنطقية AND

(ب) الترانزستور npn (هـ) البوابة المنطقية OR

(جـ) الترانزستور pnp (و) البوابة المنطقية NOT

****

(١٩) وضح بالرسم كل مما يأتى :

(أ) استخدام الترانزستور (npn) كمكبر فى حالة الباعث المشترك .

(ب) استخدام الترانزستور كمفتاح فى الوضع (on)

(جـ) 🗐 دائرة كهربية مبسطة تصلح كبوابة عاكس لها مخرج واحد ، ثم اكتب جدول التحقق الخاص بها .

(د) 🗐 دائرة كهربية مبسطة تصلح كبوابة توافق لها ثلاثة مداخل ومخرج واحد ، ثم اكتب جدول التحقق الخاص بها .

(هـ) ✍ الدائرة الكهربية المكافئة لبوابة التوافق AND ، ثم استنتج جدول التحقق لها .

(و) 🗐 دائرة كهربية مبسطة تصلح كبوابة اختيار لها أربعة مداخل ومخرج واحد ، ثم اكتب جدول التحقق الخاص بها .

(ز) دائرة إلكترونية مبسطة تصلح كبوابة OR لها ثلاثة مداخل ومخرج واحد ، ثم اكتب جدول التحقق الخاص بها .

****

(٢٠) كيف تتعرف على نوع الترانزستور هل (npn) او (pnp)

(٢١) الشكل المقابل يمثل ترانزستور NPN بحيث يكون الباعث مشترك

أ) لماذا يكون عرض القاعدة صغير جدًا ؟

ب) ماذا يحدث لجهد الخرج (V_{out}) إذا زاد تيار القاعدة (I_B) ؟

س ١١ : مسائل :

(١) ✍ في الترانزستور كانت $\alpha_e = 0.98$ احسب β_e ثم احسب تيار المجمع إذا كان تيار القاعدة 200μA

[49 , 98×10^{-4}A]

****

(٢) [مصر ٢٠١٦] إذا كان تيار القاعدة لترانزستور 24 μA ومعامل التكبير له 24 ، احسب تيار المجمع ، ثابت التوزيع .

[576×10^{-6} A , 0.96]

****

(٣) ✍ إذا كان في الترانزستور تيار المجمع 2mA وتيار القاعدة 0.1mA احسب كل من :

❶ ثابت التوزيع **[0.95]** ❷ نسبة التكبير **[19]**

****

(٤) أدخلت إشارة كهربية في قاعدة ترانزستور قدرها 300μA ومطلوب أن يكون تيار المجمع 15mA احسب قيمة كل من

❶ نسبة تكبير التيار **[50]** ❷ ثابت التوزيع **[0.98]**

****

(٥) في دائرة ترانزستور تغيرت شدة تيار المجمع من (2 الى 3.5) مللى أمبير وكان التغير فى شدة تيار القاعدة (2.5 μA)

اوجد نسبة تكبير الترانزستور . **[600]**

****

(٦) إذا كانت نسبة التكبير لترانزستور = 30 والمقاومة المتصلة بدائرة المجمع = 5kΩ والجهد بين المجمع والباعث 0.3V وجهد البطارية 5V احسب كل من :

❶ تيار القاعدة [0.031×10^{-3}A] ❷ قيمة ثابت التوزيع [0.9677]

****

(٧) إذا كان تيار الباعث 4.848mA والمقاومة المتصلة بدائرة المجمع 1kΩ و الجهد بين المجمع والباعث 0.2V وجهد البطارية 5V احسب كل من : ❶ قيمة ثابت التوزيع [0.9901] ❷ نسبة معامل التكبير [100]

****

(٨) ارسم دائرة كهربية لترانزستور مفتاح في حالة التوصيل on ثم احسب قيمة تيار المجمع I_C عندما يكون V_{CC} = 1.5V وفرق الجهد بين المجمع والباعث V_{CE} = 0.5V ، R_C = 500Ω [2mA]

****

(٩) ارسم دائرة كهربية لترانزستور npn كمفتاح في حالة off؟ ثم احسب قيمة المقاومة R_C عندما تكون (I_C = 2A ، V_{CE} = 0.5V ، V_{CC} = 1.5V) [0.5Ω]

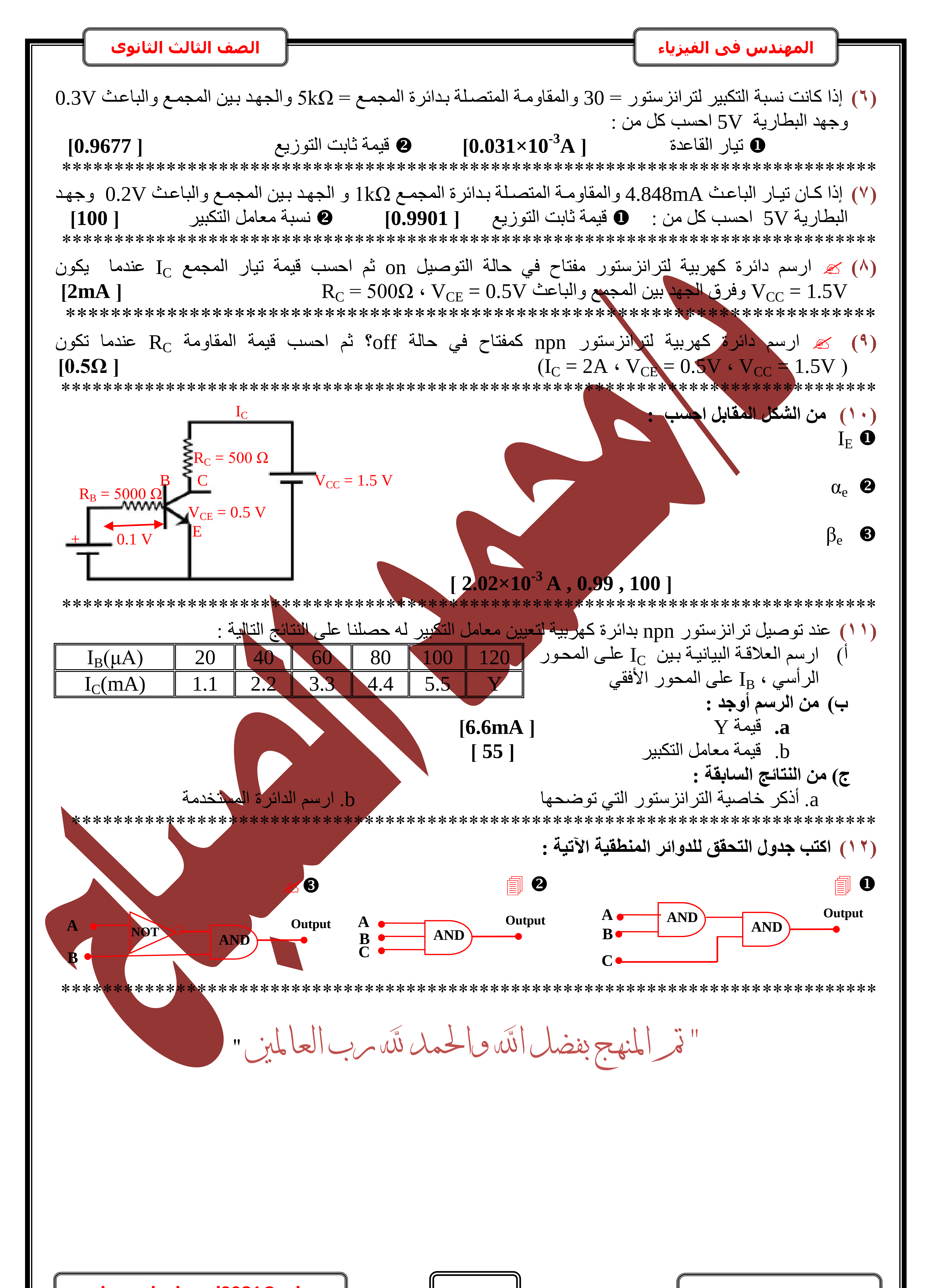
****

(١٠) **من الشكل المقابل احسب :**

❶ I_E

❷ α_e

❸ β_e



[2.02×10^{-3} A , 0.99 , 100]

****

(١١) عند توصيل ترانزستور npn بدائرة كهربية لتعيين معامل التكبير له حصلنا على النتائج التالية :

I_B(μA)	20	40	60	80	100	120
I_C(mA)	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	Y

أ) ارسم العلاقة البيانية بين I_C على المحور الرأسي ، I_B على المحور الأفقي

ب) من الرسم أوجد :

a. قيمة Y **[6.6mA]**

b. قيمة معامل التكبير **[55]**

ج) من النتائج السابقة :

a. أذكر خاصية الترانزستور التي توضحها

b. ارسم الدائرة المستخدمة

****

(١٢) **اكتب جدول التحقق للدوائر المنطقية الآتية :**

❶ A, B → AND ; AND + C → AND → Output

❷ A, B, C → AND → Output

❸ A → NOT ; NOT + B → AND → Output

****

"تم المنهج بفضل الله والحمد لله رب العالمين"